

09/807654

PCT/JP 00/02474

4 日本国特許庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

17.04.00

JP00/02474

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application:

1999年 4月16日

REC'D 09 JUN 2000

出願番号

Application Number:

平成11年特許願第109946号

WIPO

PCT

出願人

Applicant(s):

松下電器産業株式会社

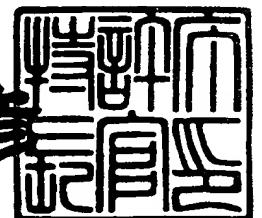
PRIORITY  
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年 5月26日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

近藤隆彦



出証番号 出証特2000-3037891

【書類名】 特許願

【整理番号】 2015210075

【提出日】 平成11年 4月16日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B60R 1/06  
B60R 1/08  
G03B 29/00

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 岡本 修作

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 中川 雅通

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 登 一生

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 森村 淳

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100092794

【弁理士】

【氏名又は名称】 松田 正道

【電話番号】 066397-2840

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009896

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9006027

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 監視装置、監視方法及びプログラム記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一台以上のカメラで画像を撮影する撮影手段と、  
前記撮影された画像の視点と仮想点とに基づいて、前記撮影された画像を前記  
仮想点からみた画像に変換する画像変換手段と、  
前記変換された画像を表示する画像表示手段とを備えたことを特徴とする監視  
装置。

【請求項 2】 前記カメラは車両に搭載されていることを特徴とする請求項 1  
記載の監視装置。

【請求項 3】 前記カメラは複数台であり、複数台のカメラで撮影された画像  
は、前記画像変換手段によって変換され、合成されることを特徴とする請求項 1  
または 2 記載の監視装置。

【請求項 4】 前記画像変換手段は、前記変換された画像が重なる部分につい  
ては所定のルールに従って重ね合わせすることを特徴とする請求項 3 記載の監視  
装置。

【請求項 5】 前記所定のルールは、重みルールであることを特徴とする請求  
項 4 記載の監視装置。

【請求項 6】 前記所定のルールは、ディザ方式による重ね合わせのルールで  
あることを特徴とする請求項 4 記載の監視装置。

【請求項 7】 前記所定の重みルールは予め決まっていることを特徴とする請  
求項 4～6 のいずれかに記載の監視装置。

【請求項 8】 前記予め決まっているとは、自動的に決めることを特徴とする  
請求項 7 記載の監視装置。

【請求項 9】 前記自動的とは、仮想点のカメラの位置及び向きと実際のカメ  
ラの位置及び向きから自動的に決めることを特徴とする請求項 8 記載の監視装置  
。

【請求項 10】 前記予め決まっているとは、マニュアルで決めることを特徴  
とする請求項 7 記載の監視装置。



【請求項 11】 前記画像変換手段は、前記変換された画像の境界部分をぼかすことを特徴とする請求項 3～10 のいずれかに記載の監視装置。

【請求項 12】 前記画像表示手段は、画面切り替え可能になっていることを特徴とする請求項 1～11 のいずれかに記載の監視装置。

【請求項 13】 前記画面切り替え可能とは、前記仮想点を別の視点から見た場合の斜視図で表示する画面に切り替えることであることを特徴とする請求項 12 記載の監視装置。

【請求項 14】 前記斜視図に表示されている前記仮想点は、移動可能であることを特徴とする請求項 13 記載の監視装置。

【請求項 15】 前記仮想点とその仮想点から見た合成画像がマルチ画面で表示されており、前記仮想点が移動すると、その移動に応じて前記合成画像も変化することを特徴とする請求項 14 に記載の監視装置。

【請求項 16】 前記カメラは車両に搭載されており、前記画像変換手段は、前記撮影された画像から、前記車両自体が撮影されている領域あるいは前記カメラの死角領域を前記車両の撮影画像以外のパターンとすることを特徴とする請求項 1～15 のいずれかに記載の監視装置。

【請求項 17】 前記画像変換手段は、前記撮影された画像にフィルター処理を施すことを特徴とする請求項 1～16 のいずれかに記載の監視装置。

【請求項 18】 前記画像変換手段は、前記撮影された画像を輝度補正することを特徴とする請求項 1～17 のいずれかに記載の監視装置。

【請求項 19】 前記輝度補正の対象となる輝度には上限と下限があることを特徴とする請求項 18 記載の監視装置。

【請求項 20】 前記フィルター処理または前記輝度補正は、処理の対象を選択して処理を施すことを特徴とする請求項 17～19 のいずれかに記載の監視装置。

【請求項 21】 周辺の物体を検知する物体検知手段とを備え、  
前記画像変換手段は、前記物体検知手段が物体を検知すると、それに応じて前記変換された画像を変化させることを特徴とする請求項 1～20 のいずれかに記載の監視装置。

【請求項 22】 前記変化させるとは、前記物体検知手段の存在する周辺の、前記変換された画像の部分を変化させることであることを特徴とする請求項 21 記載の監視装置。

【請求項 23】 周辺の物体を検知する物体検知手段とを備え、  
前記画像表示手段は、前記物体検知手段が物体を検知すると、その検知情報を表示画面に表示させることを特徴とする請求項 1～20 のいずれかに記載の監視装置。

【請求項 24】 周辺の物体を検知する物体検知手段とを備え、  
前記画像表示手段は、前記物体検知手段が物体を検知すると、その検知情報を音で知らせることを特徴とする請求項 1～20 のいずれかに記載の監視装置。

【請求項 25】 人の発生する音声を認識する音声認識手段とを備え、  
前記画像変換手段は、前記音声認識手段が前記音声を検知すると、前記検知した結果に応じて前記変換された画像を変化させることを特徴とする請求項 1～24 のいずれかに記載の監視装置。

【請求項 26】 運転者の運転操作を検出する運転操作検出手段とを備え、  
前記画像変換手段は、前記運転操作検出手段が前記運転操作を検出すると、前記検出した結果に応じて前記変換された画像を変化させることを特徴とする請求項 1～25 のいずれかに記載の監視装置。

【請求項 27】 前記変化させるとは、前記仮想点の位置を変えて変化させる及び／または仮想点の位置を変えないで部分的に前記変換された画像を拡大／縮小することであることを特徴とする請求項 21 記載の監視装置。

【請求項 28】 前記カメラは車両に搭載され、前記画像変換手段は、前記車両を前記仮想点から見た際の前記車両の画像を演算し、その車両の画像を前記変換された画像に貼り付けることを特徴とする請求項 1～27 のいずれかに記載の監視装置。

【請求項 29】 前記車両の画像として、予め標準仮想点から見た車両の絵を用意しておくことを特徴とする請求項 28 記載の監視装置。

【請求項 30】 前記車両の画像を演算するとは、前記車両の画像の位置、大きさ、向きの少なくとも一つを演算することを特徴とする請求項 28 または 29

のいずれかに記載の監視装置。

【請求項 3 1】 前記画像表示手段は、表示した前記変換された画像の上下左右を切り替えることが出来ることを特徴とする請求項 1～3 0 のいずれかに記載の監視装置。

【請求項 3 2】 前記変換は、マッピングテーブルを用いて行われ、そのマッピングテーブルとは、予め所定の仮想点と前記カメラの視点とに前記撮影画像の画素と変換後の画像の画素との対応関係を示すテーブルであることを特徴とする請求項 1～3 1 のいずれかに記載の監視装置。

【請求項 3 3】 前記変換は、仮想点とカメラの幾何学的関係に基づいて数学的な処理が施されることであることを特徴とする請求項 1～3 1 のいずれかに記載の監視装置。

【請求項 3 4】 前記数学的な処理によって変換された画像と対応するカメラの画像との対応関係を仮想点とともに関連付けて前記マッピングテーブルとして格納しておくことを特徴とする請求項 3 3 記載の監視装置。

【請求項 3 5】 前記画像表示手段は、マルチウィンドウを有し、サブウィンドウに前記合成画像、前記カメラ画像、仮想点がどこにあるかを示すための画像または文字の任意の組み合わせを表示することを特徴とする請求項 1～3 4 のいずれかに記載の監視装置。

【請求項 3 6】 一台以上のカメラで画像を撮影する撮影工程と、  
前記撮影された画像の視点と仮想点とに基づいて、前記撮影された画像を前記仮想点からみた画像に変換する画像変換工程と、  
前記変換された画像を表示する画像表示工程とを備えたことを特徴とする監視方法。

【請求項 3 7】 前記カメラは車両に搭載されていることを特徴とする請求項 3 6 記載の監視方法。

【請求項 3 8】 前記カメラは複数台であり、複数台のカメラで撮影された画像は、前記画像変換工程によって変換され、合成されることを特徴とする請求項 3 6 または 3 7 記載の監視方法。

【請求項 3 9】 前記画像変換工程は、前記変換された画像が重なる部分につ

いては所定のルールに従って重ね合わせすることを特徴とする請求項 38 記載の監視方法。

【請求項 40】 前記所定のルールは、重みルールであることを特徴とする請求項 39 記載の監視装置。

【請求項 41】 前記所定のルールは、ディザ方式による重ね合わせのルールであることを特徴とする請求項 39 記載の監視装置。

【請求項 42】 前記所定の重みルールは予め決まっていることを特徴とする請求項 39～41 のいずれかに記載の監視方法。

【請求項 43】 前記予め決まっているとは、自動的に決めることを特徴とする請求項 42 記載の監視方法。

【請求項 44】 前記自動的とは、仮想点のカメラの位置及び向きと実際のカメラの位置及び向きから自動的に決めることを特徴とする請求項 43 記載の監視方法。

【請求項 45】 前記予め決まっているとは、マニュアルで決めることを特徴とする請求項 42 記載の監視方法。

【請求項 46】 請求項 1～45 のいずれかに記載の監視装置または監視方法の各手段または各工程の、全部または一部の機能をコンピュータに実行させるためのプログラムを格納していることを特徴とするプログラム記録媒体。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、複数台のカメラで撮影された複数枚の画像を利用した店舗における警備や車両運転の際の安全確認の補助となる監視装置、監視方法及びプログラム記録媒体に関するものである。

##### 【0002】

##### 【従来の技術】

従来の一般的な監視カメラ装置は、監視対象となる部分を 1 台もしくは数台のカメラで撮影し、その画像をモニタに表示する構成が一般的である。この際、例えば数台のカメラが設置してあれば、通常モニタも前記カメラ台数分だけ準備す

るが、モニタの台数がカメラの台数分だけ準備できない場合は、分割装置等を用いて、前記数台のカメラ画像を1枚分の画像に統合して表示させる、もしくは、カメラ画像を順次切り替えるなどの方法が取られる。しかし、これら従来の装置では、それぞれのカメラからの画像を監視するには、独立に表示されている画像の連続性を管理者が考慮する必要があるなどの問題があった。

#### 【0003】

この問題を解決する方法として、複数台のカメラからの画像が端の部分で重なるように設置し、複数台のカメラからの画像を、前記重なり部分を重ねることによって一枚に統合した画像を表示することで、前記連続性の問題を解決した監視装置としては、例えば特開平10-164566号公報などがある。

#### 【0004】

また、監視装置の応用例として、車両に設置した場合の従来例としては次のようなものがある。従来から車両の周囲を監視するカメラを設置し、前記カメラで獲得した画像を運転席近くに設置したモニターテレビに表示させる監視装置として、例えば車両後方のように、運転者が目視もしくはミラーで見ることが出来ない場所を、前記カメラで撮影し前記モニターテレビで表示させる装置が知られている。特に、大型トラック、ワンボックスワゴンなど、目視およびミラーで確認できる視野が狭い車両には多数使用されている。

#### 【0005】

図27は、監視装置の車両に設置した場合の従来例を示したものである。図27の例では、分割アダプタを介して、車体に取り付けられた4つの監視カメラ（C1～C4）からの画像を一枚の画像に合成し、該画像をモニタテレビで分割表示（D1～D4）する方法である。特に後部カメラからの画像に関しては、画像に撮っている物体の位置関係をミラーで見たときと同じ様にするため、左右反転した画像を表示するなどの工夫がされている。さらにカメラの画角の制限のため見ることが出来ない場所については、運転者の制御によって各々のカメラを回転させ、所望の場所の画像を得ることを可能としている。なお、上記に示した監視装置としては、例えば特開平5-310078号公報に開示の装置などがある。

#### 【0006】

しかしながら上記のような従来の監視装置については、各々のカメラから入力された画像を、互いに独立して表示するもので、カメラが撮影している空間全体の様子を、それぞれの画像を見ながら管理者が一度に把握することは困難である。一方それぞれのカメラ画像を一枚に統合する場合も、カメラに撮影されている物体が空間内のどの位置に存在するかを都度、計算するものではないので、例えば管理者が状況に応じて所望の視点からの統合画像を見たいという要求があった場合に、対処できない。

## 【0007】

車両に設置された監視装置についても同様の問題が生じる。すなわち上記の例のように従来の監視装置については、各々のカメラから入力された画像を、互いに独立して表示させるものである。従って例えば車両を駐車スペースに入れようとする場合の補助として前記表示された画像を用いる際にも、前記画像は見えない場所を見るだけの役割しか果たさない。つまり運転者は、従来の目視およびミラーを使った場合と比べて見えない場所が少なくなっただけであり、目視およびミラーの画像に加えてそれぞれの画像を確認しながら周囲の障害物がどのように配置されているかを考慮しつつ運転をしなければならない。しかも見たい場所がカメラ視野に入っていない場合、カメラの向きを該場所に向けるよう運転者がコントロールせねばならず、運転だけに集中することができなくなる。

## 【0008】

視野が狭い点を解決するための方法としては、広角レンズを用いる事が一般的である。広角レンズからの画像ではある特定部分の詳細はつかめないが、逆に広角レンズを用いる事で視野が広まり、車両の周囲の全体的な状況を把握し易くなる。

## 【0009】

しかしながら、通常のレンズを広角レンズに置き換えるのみでは、結局、カメラからの画像は、車体にカメラが設置されている場所に依存し、カメラが設置されていない場所からの仮想的な画像を見ることはできない。すなわち、広角レンズ設置したカメラを用いて得られる効果は、カメラの台数が減るという点のみであり、運転者は複数台のカメラからのそれぞれの画像を確認しながら、周囲の障

害物がどう配置されているかを考慮しつつ運転をしなければならない点に関しては、改善されない。

【0010】

従来例のかかる課題を解決したものとして、本出願人が出願した先願（特願平 10-217261）について説明する。

【0011】

なお、本先願の以下の記述のうち下線を付した部分については誤りがあり、本先願の説明の後に訂正した記述を掲載する。

【0012】

本先願は、複数台の監視カメラで撮影している空間全体の様子を、所望の視点から見た一枚の画像を生成する装置および方法を提供する。例えば車両に設置された監視装置では、車両の全周囲にわたって車両近辺にどのような物体が存在するかを分かり易く一枚の画像として合成し、該合成画像を運転者に表示するための装置および方法である。

【0013】

また、前記合成のために必要な、カメラの取り付け位置、取り付け角度などのカメラパラメータを容易に求める方法、さらに、前記カメラパラメータが、走行時の振動や温度などによってずれたときに、それを検知し修正する装置および方法も提供する。

【0014】

本先願の基本構成は、一台もしくは複数台のカメラと、前記カメラ特性を示すカメラパラメータを格納するカメラパラメータテーブルと、前記カメラパラメータに基づいて、前記カメラからの入力画像を構成する各々の画素を3次元空間の点に対応づけた空間データを作成する空間再構成手段と、前記空間再構成手段にて作成された空間データを一時的に格納する空間データバッファと、前記空間データを参照して、任意の視点から見た画像を作成する視点変換手段と、前記視点変換手段にて変換された画像を表示する表示手段とを備えたことを特徴とする。

【0015】

本先願による監視装置の第1の応用構成は、カメラ特性を示すカメラパラメー

タを、入力もしくは計算によって得るキャリブレーション手段を備えたことを特徴とする。

【0016】

本先願による監視装置の第2の応用構成は、カメラ視野内に3次元座標の同定が可能な複数個の点を生成する特徴点生成手段と、それらの特徴点を抽出する特徴点抽出手段とを備えたことを特徴とする。

【0017】

本先願による監視装置の第3の応用構成は、温度センサ、温度補正テーブルを備えたことを特徴とする。

【0018】

本先願による監視装置の第4の応用構成は、車両の移動方向を検出する移動方向検出手段と、車両の単位時間における移動距離を検出する移動距離検出手段と、車両の移動方向および移動距離を用いて、前記空間データバッファに格納された空間データを変換する空間データ変換手段とを備えたことを特徴とする。

【0019】

本先願による監視装置の第5の応用構成は、カメラのキャリブレーションが必要な状況を検知した場合に運転者にカメラキャリブレーションの指示を行うカメラ補正指示手段と、カメラキャリブレーションを行った日時および走行距離を記録する補正履歴記録手段とを備えたことを特徴とする。

【0020】

また、本先願の監視方法は、カメラ特性を示すカメラパラメータに基づいてカメラからの入力画像を構成する各々の画素を3次元空間の点に対応づけた空間データを作成する空間再構成工程と、前記空間データを参照して任意の視点から見た画像を作成する視点変換工程とを包含することを特徴とする。

【0021】

本先願による監視方法の第1の応用構成は、前記カメラ特性を示すカメラパラメータを入力もしくは計算によって獲得し、また必要であれば温度に応じて前記カメラパラメータを補正するキャリブレーション工程を包含することを特徴とする。



## 【0022】

本先願による監視方法の第2の応用構成は、前記キャリブレーション手段で前記カメラパラメータの計算に必要な複数個の特徴点を抽出する特徴点抽出工程を包含することを特徴とする。

## 【0023】

本先願による監視方法の第3の応用構成は、カメラ視野内に3次元座標の同定が可能な複数個の点を生成する特徴点生成工程を包含することを特徴とする。

## 【0024】

本先願による監視方法の第4の応用構成は、車両の移動方向を検出する移動方向検出工程と、車両の単位時間における移動距離を検出する移動距離検出工程と、前記移動方向検出工程によって検出された車両の移動方向、および移動距離検出工程によって検出された車両の移動距離を用いて、前記空間データを変換する空間データ変換工程とを包含することを特徴とする。

## 【0025】

本先願による監視方法の第5の応用構成は、カメラのキャリブレーションが必要な状況を検知し、キャリブレーションが必要である場合に、運転者にカメラキャリブレーションの指示を行うカメラ補正指示工程と、カメラキャリブレーションを行った日時および走行距離を記録する補正履歴記録工程とを包含することを特徴とする。

## 【0026】

本先願の監視装置では、以下の3ステップからなる手順によって、複数台設置されているそれぞれのカメラ視野を統合し、一枚の画像として合成する。

## 【0027】

1. 空間再構成手段において、カメラから得られた画像を構成する各々の画素と、3次元座標系の点との対応関係を計算し、空間データを作成する。前記計算は各々のカメラから得られた画像のすべての画素に対して実施する。

## 【0028】

2. 視点変換手段において、所望の視点を指定する。すなわち、前記3次元座

標系の、どの位置から、どの角度で、どれだけの倍率で、画像を見たいかを指定する。

【0029】

3. 同じく視点変換手段において、前記視点からの画像を、前記空間データから再現し、表示手段にて表示する。

【0030】

本先願の監視装置では、特徴点生成手段によって車体の周囲などに3次元座標の同定が可能な複数個の点を生成し、それらの特徴点を特徴点抽出手段で抽出することにより、各々のカメラについて、その特性を示すカメラパラメータを自動で得る。

【0031】

本先願の監視装置では、温度センサ、温度補正テーブルを設置することにより、気温上昇・下降にともなって微妙に変化するレンズ歪みを補正し、レンズを常に最適に保つ。

【0032】

また、本先願の監視装置では、監視装置の車両への応用例として、カメラから死角となる部分の画像を見る方法を提供する。すなわち車両の移動方向および移動距離を検出し、検出結果から導かれた計算式を用いて、以前に取得した画像を現在の位置から見た画像に変換する。具体的には、以前に見えていたが現在見えていない場所についての空間データは、前記場所を撮影した画像が空間データとして空間データバッファに格納されている場合、その空間データを空間データ変換手段で変換することによって補われる。

【0033】

また、本先願の監視装置では、監視装置の車両への応用例として、カメラの特性を示すカメラパラメータの補正、すなわちカメラキャリブレーションを実施しなければならない状況を検知し、その旨を運転者に指示する。

【0034】

以下、図を用いて本先願を説明する。なお本先願においては、車両の周囲を監視するカメラを設置し、前記カメラで獲得した画像を運転席近くに設置したモニ

ターテレビに表示させる監視装置を対象として説明する。

【0035】

図1は本先願の監視装置の基本構成例を示したブロック図である。

【0036】

本先願による監視装置は、基本構成として、監視対象領域の状況を把握するために取付けられた複数台のカメラ101、前記カメラの特性を示すカメラパラメータを格納しておくカメラパラメータテーブル103、キャリブレーション手段102によって計算されたカメラパラメータに基づいて、前記カメラからの入力画像を構成する各々の画素を3次元空間の点に対応づけた空間データを作成する空間再構成手段104、空間再構成手段104にて作成された空間データを一時的に格納する空間データバッファ105、空間データを参照して、任意の視点から見た画像を作成する視点変換手段106、視点変換手段106にて変換された画像を表示する表示手段107からなる。

【0037】

図2は本先願の監視装置の構成例を示したブロック図である。

【0038】

図2の例では、図1に示した監視装置に対して、さらに、カメラの取り付け位置、カメラの取り付け角度、カメラのレンズ歪み補正值、カメラのレンズの焦点距離などといった、前記カメラ特性を表すカメラパラメータを、入力もしくは計算によって得るキャリブレーション手段102、前記カメラの視野内に3次元座標の同定が可能な複数個の点を生成する特徴点生成手段109とそれらの特徴点を抽出する特徴点抽出手段108とを付加し、各々のにカメラについて、その特性を示すカメラパラメータを容易に得ることを可能としている。

【0039】

特徴点生成手段109 および特徴点抽出手段108の振る舞いによってカメラパラメータを得るための方法についての詳細は後述する。

【0040】

図3は本先願の監視装置の別の構成例を示したブロック図である。

【 0 0 4 1 】

図 3 の例では、図 1 に示した監視装置に対して、更に温度センサ 110、温度補正テーブル 111 を設置することにより、気温上昇・下降にともなって微妙に変化するレンズ歪みを補正し、レンズを常に最適に保つことが可能となる。キャリブレーション手段 102 において温度によるレンズ歪みの補正を行う方法についての詳細は後述する。

【 0 0 4 2 】

図 4 は本先願の監視装置の別の構成例を示したブロック図である。

【 0 0 4 3 】

図 4 は車両への応用例としての監視装置の構成例で、図 1 に示した監視装置に対して、さらに車両の移動方向を検出する移動方向検出手段 112 と、車両の単位時間における移動距離を検出する移動距離検出手段 113 と、車両の移動方向および移動距離を用いて、前記空間データバッファ 105 に格納された空間データを変換する空間データ変換手段 114 とを付加している。

【 0 0 4 4 】

これらの手段を用いることにより、現在見えていない場所について、以前に見えており、かつ、その見えていた画像が空間データとして空間データバッファ 105 に格納されていれば、その空間データを本発明を構成する空間データ変換手段 114 で変換することによって補うことができる。補うための方法についての詳細は後述する。

【 0 0 4 5 】

図 5 は本先願の車両への応用例としての監視装置で、その構成例を示したブロック図である。

【 0 0 4 6 】

図 5 の監視装置の例では、図 1 に示した監視装置に対して、さらにカメラのキャリブレーションが必要な状況を検知した場合に、運転者にカメラキャリブレーションの指示を行うカメラ補正指示手段 116 と、カメラキャリブレーションを行った日時および走行距離を記録する補正履歴記録手段 115 を付加している。これらの手段を用いることにより、カメラの特性を示すカメラパラメータの補正、す

なわちカメラキャリブレーションを実施しなければならない状況を検知し、その旨を運転者に提示する。

【0047】

図6は、図1～図5を統合した監視装置を示したブロック図であり、図1から図5の監視装置を一つにまとめた場合の構成例で、それぞれの構成で得られる効果を統合して利用することが可能である。本先願の最後で、図6の構成例を用いて、本発明による監視装置の動作例を示す。

【0048】

次に、本先願を構成する各構成要素についての詳細を説明する。

【0049】

カメラは、車両の周囲の状況など、監視すべき空間の画像を撮り込むテレビカメラである。このカメラは、大きな視野を得ることができるよう、通常、画角が大きいものを使うのが良い。図7は、車両へのカメラの取り付け例を示した概念図である。

【0050】

図7では、車両の屋根に、車両から周囲を見渡すようにカメラが6台設置されている例を示している。図7の例のように、車両への取り付け位置としては、車体屋根と側面もしくは屋根と後面の境界部分にすると、視野が広くなりカメラの台数も少数で済む。

【0051】

本発明によるキャリブレーション手段102は、カメラキャリブレーションを行う。カメラキャリブレーションとは、3次元実世界と、それを撮影したカメラ画像との対応づけが正確に合うように、カメラの取り付け位置、カメラの取り付け角度、カメラのレンズ歪み補正值、カメラのレンズの焦点距離などといった、前記カメラ特性を表すカメラパラメータを決定することである。

【0052】

本先願によるカメラパラメータテーブル103は、キャリブレーション手段102(処理の詳細は後述)によって得られたカメラパラメータを格納するテーブルである。

【0053】

まず該カメラパラメータテーブル103の詳細な説明の準備として、3次元空間座標系を定義する。前出の図7は、車両にカメラを設置した様子を示した概念図であるが、図7において車両を中心とする3次元空間座標系を示している。図7の例では3次元空間座標系の例として、

- ・車両の後面直下にある後面に平行な路面上の直線をX軸
- ・車両の後面中央に路面から垂直に伸びる軸をY軸
- ・車両の後面中央を通り後面に垂直な路面上の直線をZ軸

とする3次元空間座標系を定義し、また本座標系においてカメラの向きは、

- ・Y-Z平面に対してなす角度を $\alpha$
- ・X-Z平面に対してなす角度を $\beta$

として、該 $\alpha$ 、 $\beta$ を用いて表すものとする。以下、特にことわりがない限り、3次元空間座標系もしくはワールド座標系もしくは単に3次元空間は、本定義による3次元空間座標系を指すものとする。

【0054】

図9は、カメラパラメータテーブル103に格納されているデータを表形式で示したものである。図9に記載されている内容は、テーブルの左側の列から順に以下の通りで、下記のごとく本テーブルでは、2列目から9列目までの項目がカメラパラメータの例を示している。

【0055】

- 1列目：図7の車載カメラの番号
- 2列目：3次元空間座標系におけるカメラ位置のX座標
- 3列目：3次元空間座標系におけるカメラ位置のY座標
- 4列目：3次元空間座標系におけるカメラ位置のZ座標
- 5列目：カメラの向きのうちY-Z平面に対してなす角度 $\alpha$
- 6列目：カメラの向きのうちX-Z平面に対してなす角度 $\beta$
- 7列目：3次元空間座標系におけるカメラの焦点距離
- 8列目：レンズの半径方向の歪み係数 $\kappa_1$
- 9列目：レンズの半径方向の歪み係数 $\kappa_2$

例えば、図7におけるカメラ1のパラメータは図9のカメラパラメータテーブル103の2行目に記載されており、その内容は、カメラ1は、座標( $x_1$ ,  $y_1$ , 0)の位置にあり、向きはY-Z平面に対して45度、X-Z平面に対して-30度の角度をなし、焦点距離は $f_1$ 、レンズ歪み係数 $\kappa_1$ 、 $\kappa_2$ はともに0である、ということが分かる。

#### 【0056】

同様に、仮想カメラのパラメータは図9のカメラパラメータテーブル103の8行目に記載されており、その内容は、仮想カメラとは、座標(0,  $y_1$ , 0)の位置にあり、向きはY-Z平面に対して0度、X-Z平面に対して-20度の角度をなし、焦点距離は $f$ 、レンズ歪み係数 $\kappa_1$ 、 $\kappa_2$ はともに0である、ということが分かる。

#### 【0057】

この仮想カメラは、本先願に導入される概念である。すなわち従来の監視装置では、実際に設置されているカメラから得られた画像のみしか表示できなかったが、本先願による監視装置では、後で詳述する空間再構成手段104、視点変換手段106により、仮想のカメラを自由に設置し、その仮想カメラからの画像を計算によって求めることが可能となる。該計算方法についても後で詳述する。

#### 【0058】

本先願によるキャリブレーション手段102は、カメラキャリブレーションを行う。それはすなわち前記カメラパラメータを決定することであり、その決定方法としては、例えばキーボードやマウスなどの入力装置によって全てのデータを人手で直接入力する方法、キャリブレーションデータのいくつかを計算によって求める方法などがある。

#### 【0059】

カメラパラメータを計算によって求める場合、カメラで撮影した画像の点と、その点の3次元空間座標系内での位置との対応関係が取れている点の組が、複数個必要となる。その組が最低いくつ必要であるかは、どのような計算方法を用いるかに依存する。例えば図9の例で用いたカメラパラメータを計算によって求める方法に関しては、文献「松山、久野、井宮、”コンピュータビジョン：技術評

論と将来展望”、新技術コミュニケーションズ、pp.37-53、1998年6月」に開示されている。この他にもカメラパラメータを求める技術が、前記文献に多数開示されているので、ここでは該技術に関する説明は省略する。

【0060】

しかし、いずれの方法でカメラパラメータの計算をする場合においても、前記対応関係の組をどのようにして見つけるかが問題となる。本先願では、前記対応関係の取れた点の組を自動で作成し、その組を用いて計算によっていくつかのカメラパラメータを求める方法について開示しており、該方法については後述する。

【0061】

また、前記レンズ歪み係数を用いてカメラ入力画像に対してレンズ歪み補正を行う場合、通常、多くの計算が必要になり、実時間処理には向かない。

【0062】

そこで、レンズの歪みの変化は、激しい温度変化がない限りは起こらないと仮定し、歪み補正前の画像と、歪み補正後の画像で、それぞれの画素の座標値の対応関係をあらかじめ計算しておく。そして前記計算結果をテーブルやマトリクスなどのデータ形式でメモリ内に保持し、それを用いて歪み補正を行うなどの方法が、高速な補正処理として有効である。

【0063】

温度などによってレンズ歪みがどのように変化するかが予め分かっているならば、そのデータは本発明による温度補正テーブル111などの形式で持っておき、気温の上昇や下降によってレンズ歪みに変化が生じた場合に、キャリブレーション手段102によって前記テーブルのデータを参照して補正する。

【0064】

図10は本先願による温度補正テーブル111の例を表形式で示した図である。図10に示すように、温度補正テーブル111は、温度に応じて変化する前記カメラパラメータの変化量をデータとして格納するもので、本先願では、温度によって、

- ・レンズの焦点距離（テーブル2列目）



- ・ レンズ歪み係数  $\kappa 1$  (テーブル 3 列目)

- ・ レンズ歪み係数  $\kappa 2$  (テーブル 4 列目)

が変わる度合いのデータを格納した場合を示しており、テーブルの示す具体的な内容は以下の通りである。

【0065】

- 温度が 0 度以下のとき (テーブル 2 行目)

- ・ 現在のレンズの焦点距離に  $df1$  を加える。

【0066】

- ・ 現在のレンズ歪み係数に  $\kappa 11$  を加える。

【0067】

- ・ 現在のレンズ歪み係数に  $\kappa 21$  を加える。

【0068】

- 温度が 40 度以上のとき (テーブル 3 行目)

- ・ 現在のレンズの焦点距離に  $df2$  を加える。

【0069】

- ・ 現在のレンズ歪み係数に  $\kappa 12$  を加える。

【0070】

- ・ 現在のレンズ歪み係数に  $\kappa 22$  を加える。

【0071】

本先願のキャリブレーション手段102 では、各カメラ毎に温度センサ110 の温度値を逐次観測し、必要に応じてカメラパラメータテーブル103 の内容を更新する。

【0072】

図22は、キャリブレーション手段102 において、温度によってカメラパラメータテーブル103 の更新処理を行う手順をフローチャートの形式で示したもので、図22を用いてその詳細を説明する。

【0073】

但し、本先願では図3に示したごとく、カメラ1台について、それに1台の温度センサ110 が対になって付随しており、温度センサ110 で検知した温度が、カ

メラのレンズ温度とほぼ等しいということを仮定する。

【0074】

1. (1301)未チェックの温度センサ110 を一つ選択し、温度値を取得する。

【0075】

2. (1302)前記温度値がカメラパラメータ補正を必要とするかどうかを確かめる。

【0076】

図22の例では、補正が必要な温度は、0度以下もしくは40度以上である。

【0077】

3. (1303)もし補正が必要なら、温度補正テーブル111 からカメラパラメータ補正值を取得し、該温度センサ110 に付随するカメラのカメラパラメータを更新した結果を、カメラパラメータテーブル103 に書き込む。(1304)補正の必要がない場合は、レンズの焦点距離、歪み係数 $\kappa 1$ 、歪み係数 $\kappa 2$ をすべて初期設定値に戻した結果を、カメラパラメータテーブル103 に書き込む。

【0078】

4. (1305)全ての温度センサ110 について、上記1から3までの処理を終了していれば、カメラパラメータテーブル103 更新処理を終了する。まだ未チェックの温度センサ110 があれば、該温度センサ110 について、上記1から3までの処理を実行する。

【0079】

図11は、図10の例の温度補正テーブル111 を用いて書き換えられたカメラパラメータテーブル103 の例である。図11の例では、カメラ1、カメラ2のみが、ある時点に直射日光を受けるなどして40度以上の温度となり、それ以外は0度から40度未満の温度値を保っている場合を示している。図11のカメラパラメータテーブル103 から分かる通り、カメラ1およびカメラ2のカメラパラメータが、温度が40度以上の場合の温度補正処理によって、

- ・レンズの焦点距離は  $df1$ 増加
- ・レンズ歪み係数 $\kappa 1$ は  $\kappa 12$ 増加
- ・レンズ歪み係数 $\kappa 2$ は  $\kappa 22$ 増加

していることが分かる。なお、前述の仮想カメラに関しては、温度によって焦点距離やレンズ歪みが変わらない理想的なレンズとすることが可能であるので、本補正処理の対象外とする。

#### 【0080】

また本先願では、設置されるカメラのレンズがすべて同じ温度補正特性を持つものと仮定した場合を示しているが、実際には異なる特性を持つレンズが取付けられている場合もある。そのような場合は、カメラごとに独立してテーブルを持っており、温度補正対象となるカメラに応じてテーブルを使い分ければ良い。

#### 【0081】

本発明による空間再構成手段104は、キャリブレーション手段102によって計算されたカメラパラメータに基づいて、前記カメラからの入力画像を構成する各々の画素を3次元空間の点に対応づけた空間データを作成する。すなわち、空間再構成手段104では、カメラから撮影された画像に含まれる各々の物体が、3次元空間のどこに存在するかを計算し、その計算結果としての空間データを空間データバッファ105に格納する。

#### 【0082】

さて、カメラで撮影された画像を構成する各々の画素の位置は、一般的に画像面を含む平面上の座標として表される。従って、入力画像を構成する各々の画素をワールド座標系の点に対応づけるためには、カメラで撮影された画像の存在する平面の点をワールド座標系内の点に対応づける計算式を求めれば良い。

#### 【0083】

図8は、カメラで撮影された画像を含む平面(以下、視平面)に設定したU-V座標系の点と、3次元空間座標系の点との対応づけの関係の例を表した概念図である。図8の例に従うと該対応づけは以下の手順で行われる。

#### 【0084】

1. 視平面が $Z = f$  (カメラの焦点距離)で、該平面上にあるカメラ画像の中心をZ軸が通るような座標系を設定する。これを視平面座標系と呼ぶ( $O_e$ を原点とする)。

#### 【0085】

2. 図 8 における点  $P_e$  の視平面座標系での座標を  $P_e(X_e, Y_e, Z_e)$  とし、その点が視平面に投影されたときの点(この点がカメラ撮影画像の画素に対応する)の座標を  $P_v(u, v)$  とすると、 $P_e$  と  $P_v$  の関係は、カメラの焦点距離  $f$  を用いて、式(1)式(2)のように表すことができる。

【0086】

【数 1】

$$u = \frac{f}{Z_e} X_e \quad \text{式(1)} \qquad v = \frac{f}{Z_e} Y_e \quad \text{式(2)}$$

【0087】

前記 2 つの式により、視平面上に投影された画像の各々の画素について、視平面座標系における座標を決めることができる。

【0088】

3. 視平面座標系とワールド座標系の位置関係および向き関係を求める。ここでワールド座標系を中心にして、視平面座標系が空間的に以下のような関係にあるとする。

【0089】

・視平面座標系原点  $O_e$  からワールド座標系原点  $O_w$  へのベクトルを  $(t_x, t_y, t_z)$  とする。つまり 2 つの座標系の位置的なずれは、 $(t_x, t_y, t_z)$  だけ平行移動することによって無くなる。

【0090】

・視平面座標系とワールド座標系の向きの関係は、図 7 の例における車両を中心とした座標系(ワールド座標系に対応)と、車載カメラ(視平面座標系に対応)と同じ関係になるようにすると、視平面座標系は、

「ワールド座標系  $Y-Z$  平面に対してなす角度が  $\alpha$ 」

「ワールド座標系  $X-Z$  平面に対してなす角度が  $\beta$ 」

とすることができる。但し、ここではカメラのレンズの光軸周りの回転はないものと仮定している。この場合、ある点をワールド座標系で  $P_w(X_w, Y_w, Z_w)$  で表し、また、視平面座標系  $P_e(X_e, Y_e, Z_e)$  で表すとする、 $P_e(X_e, Y_e, Z_e)$ 、

$P_w(X_w, Y_w, Z_w)$ 、 $(t_x, t_y, t_z)$ 、 $\alpha$ 、 $\beta$ の間には式(3)の関係が成り立つ。

【0091】

【数2】

$$\begin{pmatrix} X_w \\ Y_w \\ Z_w \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos\alpha & 0 & -\sin\alpha \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin\alpha & 0 & \cos\alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\beta & -\sin\beta \\ 0 & \sin\beta & \cos\beta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_e \\ Y_e \\ Z_e \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} t_x \\ t_y \\ t_z \end{pmatrix} \quad \text{式(3)}$$

【0092】

以上で、視平面上での画素 $P_v(u, v)$ と、ワールド座標系での座標 $P_w(X_w, Y_w, Z_w)$ を式(1)式(2)式(3)によって対応づけることが出来た。

【0093】

前記3つの式において未知の変数は、「 $t_x, t_y, t_z, \alpha, \beta, f$ 」の6つであるので、視平面上での画素 $P_v(u, v)$ と、ワールド座標系での座標 $P_w(X_w, Y_w, Z_w)$ の対応関係が既知の点の組が最低2組あれば、上記の未知変数は求められる。

【0094】

しかしながら、対応関係が既知である組のそれぞれの座標の計測には位置ずれを含むことが多く、計算結果には誤差が生じる場合がほとんどである。

【0095】

そこで通常は、多数の組を計測して作った連立方程式を最小二乗法で解くなどの方法が用いられる。なお、カメラの位置と向きが視平面座標系と一致するので、すでにカメラパラメータが求まっていれば本処理3. を実行する必要はない

4.  $t_x, t_y, t_z, \alpha, \beta, f$ の値が求まっている式(1)式(2)式(3)を用いて、ワールド座標系のそれぞれの点 $P_w(X_w, Y_w, Z_w)$ を、視平面の点 $P_v(u, v)$ と対応づける。

【0096】

上記1～4までの処理を、全てのカメラについて実施すれば、独立した全てのカメラからの画像を、同じ一つの3次元空間内の点として対応づけることが可能

となる。

【0 0 9 7】

本先願による空間データは、かかる計算式によって対応づけされたデータで、図 1 2 は、該空間データを格納する本発明による空間データバッファ 105 の記述例を表の形式で示したものである（なお、図 1 2 のデータ番号 E の時刻は「t 1 t 1」となっているが「t 1」が正しい）。空間データバッファ 105 には、カメラ画像の点と空間内の点との対応づけデータが格納される。図 1 2 の例では 1 行目を除く各行に一つの空間データが記述されており、それぞれの空間データを構成する情報としての各列に以下の内容を含んでいる。

【0 0 9 8】

1 列目：ワールド座標系で他の点と区別するための番号（ここでは説明の便宜上 A とした）

2 列目：ワールド座標系での点の X 座標

3 列目：ワールド座標系での点の Y 座標

4 列目：ワールド座標系での点の Z 座標

5 列目：前記点を含む画像が、どのカメラから撮影したものかを区別するフラグ

6 列目：前記画像を含む視平面座標系での点の U 座標

7 列目：前記画像を含む視平面座標系での点の V 座標

8 列目：前記画像を含む視平面座標系での点の色の R 成分（例えば 0 ～ 2 5 5 階調で量子化）

9 列目：前記画像を含む視平面座標系での点の色の G 成分（例えば 0 ～ 2 5 5 階調で量子化）

1 0 列目：前記画像を含む視平面座標系での点の色の B 成分（例えば 0 ～ 2 5 5 階調で量子化）

1 1 列目：該空間データが取得された時刻

以下で空間データの記述内容を例を用いて説明するが、ここで図 1 3 ～図 1 5 を説明の補助として用いる。

【0 0 9 9】

図13～図15は、ワールド座標系内の平面としての路面上の特徴点と、車両に設置したカメラで撮影した画像上での特徴点との対応関係を示す図で、図13は、路面上の特徴点A、B、C、D、Eと車両との位置関係を上部からみた概念図、図14は、図15の車載カメラ1で前記特徴点A、B、Cを含む路面を撮影した画像を表す概念図、図15は、図13の車載カメラ2で前記特徴点C、D、Eを含む路面を撮影した画像を表す概念図である。そして、図12の例の空間データバッファ105には、図13～図15に記された5つの特徴点A、B、C、D、Eが空間データの例として記述されている。

#### 【0100】

まず、図13、図14における特徴点Aに着目する。前述の空間再構成手段104による対応づけ処理によって、図13のワールド座標系上の点Aと図14の視平面座標系上の点Aが対応づけられているものとする、図12の表の3行目が図13、図14における特徴点Aに相当する空間データの例である。

#### 【0101】

すなわちワールド座標系上の点Aは、座標( $X3, 0, Z2$ )であり、それをカメラ1から撮影したときには、撮像画像上での点Aの座標は( $U1, V1$ )で色はRGB順に( $80, 80, 80$ )であり、本データが作成された時刻は  $t1$  である、という意味である。

#### 【0102】

もし、ワールド座標系の点が、複数台のカメラから観測されたときは、それぞれを独立した空間データとして空間データバッファ105に格納する。例えば、図13～図15における点Cがその例に相当する。点Cは、図14、図15からも明らかなように、図13における2台のカメラ、すなわち、カメラ1およびカメラ2から観測されている。

#### 【0103】

そして、カメラ1での観測結果をもとに作成された空間データ、すなわち図12の7行目の空間データは、ワールド座標系上の点Cは、座標( $0, 0, Z2$ )を持ち、点Cをカメラ1から撮影したときには、撮像画像上での点Cの座標は( $U3, V3$ )で色はRGB順に( $140, 140, 140$ )で、本データが作成された時刻

は  $t_1$  である。

【0104】

一方、カメラ2での観測結果をもとに作成された空間データ、すなわち図12の8行目の空間データは、ワールド座標系上の点Cは、座標(0,0,Z2)を持ち、点Cをカメラ2から撮影したときには、撮像画像上での点Cの座標は(U4, V4)で色はRGB順に(150,150,150)で、本データが作成された時刻は  $t_1$  である。

【0105】

かくのごとく、各カメラで撮影された画像の各々の画素がワールド座標系の点に対応づけ情報が、空間データという形式で空間データバッファ105に格納される。

【0106】

本先願による視点変換手段106は、空間再構成手段104によって作成された空間データを参照して、任意の視点にカメラを設置して撮影した画像を作成する。その方法の概要は、空間再構成手段104で行った処理の逆の処理を行うことである。すなわち、空間再構成手段104によって形成されたワールド座標系の点  $P_w(X_w, Y_w, Z_w)$  を、任意の視点にカメラを設置して撮影した画像面  $P_v(u, v)$  に投影する変換を求めることに相当する。

【0107】

従って、この変換を計算する式は、先に詳述した式(1)式(2)および式(3)の逆変換に相当する式(4)で表すことが可能である。

【0108】

【数3】

$$\begin{pmatrix} X_e \\ Y_e \\ Z_e \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\beta & \sin\beta \\ 0 & -\sin\beta & \cos\beta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos\alpha & 0 & \sin\alpha \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin\alpha & 0 & \cos\alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_w \\ Y_w \\ Z_w \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} t_x \\ t_y \\ t_z \end{pmatrix} \quad \text{式(4)}$$



## 【0109】

すなわち  $P_w(X_w, Y_w, Z_w)$  を入力し前記 3 つの式によって  $P_v(u, v)$  を計算する。この計算では、カメラのカメラパラメータ「 $t_x, t_y, t_z, \alpha, \beta, f$ 」は任意の所望の値を指定できる。つまりそれは所望の視点に所望の角度でカメラを置くことができることを意味する。この際、前記任意視点にカメラを置いて見たときの画像を投影する画面上で、個々の画素の色をどのように表現するかが問題となる。

## 【0110】

しかしながら、本先願では、3 種類の色の表現方法を開示している。該方法の内容を、3 つの場合に応じて以下に説明する。

## 【0111】

(1) 前記視点から見た 3 次元空間内のある点  $P$  が、ただ一つのカメラで撮影した画像と対応づけられている場合：この場合は、設定した視点から点  $P$  を見たときの色は、前記カメラで点  $P$  を見たときの色を用いて決める。最も単純な方法は同じ色で置き換える方法であるが、点  $P$  を観測しているカメラと設定した視点位置・方向との関係から計算によって求めてもよい。

## 【0112】

(2) 前記視点から見た 3 次元空間内のある点  $P$  が、複数台のカメラで撮影した画像と対応づけられている場合：この場合は、設定した視点から点  $P$  を見たときの色は、前記複数台のカメラで点  $P$  を見たときの色を用いて何らかの計算をし、得られた結果としての色で決めるものとする。前記計算の方法としてはいくつか考えられるが、例えば、

- ・ 全ての色を同じ割合で混合する
- ・ 最も明度の高いもしくは低いもしくは中間の色を取得する
- ・ 最も再度の高いもしくは低いもしくは中間の色を取得する

などの方法がある。

## 【0113】

(3) 前記視点から見た 3 次元空間内のある点  $P$  が、いずれのカメラで撮影した画像とも対応づけられていない場合：この場合は、設定した視点から点  $P$  を見た

ときの色は、点Pの周囲の点の色を用いて補間した色を計算で求めるか、もしくは、物体が存在しない部分であると識別可能な色、例えば黒に置き換えるなどすればよい。

【0114】

本先願の最も大きな特徴は、該視点変換手段106によって、車両に設置されていない仮想のカメラからの画像を自由に再現できることにある。

【0115】

例えば図16～図19は、ワールド座標系内の路面上の特徴点を車両に設置したカメラで撮影した画像を用いて、適当な視点に仮想カメラを置いたときの画像を合成した例を示した概念図で、図16は、路面上の特徴点A、B、Cと車両との位置関係を上部からみた概念図、図17は、図16の車載カメラ1で前記特徴点A、Bを含む路面を撮影した画像を表す概念図、図18は、図16の車載カメラ2で前記特徴点B、Cを含む路面を撮影した画像を表す概念図、図19は、図16の車載カメラ1および車載カメラ2で撮影した画像を用い、本先願による視点変換手段106によって仮想カメラから見た画像を合成した様子を表す概念図である。

【0116】

また図20は、前記仮想カメラの設置場所の例として、車両のほぼ中心の上方にカメラを下向きに設置した場合を示した概念図である。この例のごとく仮想カメラを設置した場合、仮想カメラで撮影された画像は車両の周囲の様子を表すものとなる。あくまで、前記合成画像を構成する画像は、車載カメラによって撮影されたものであるので、図7に示されたような配置の車載カメラ周囲を撮影した場合、どのカメラ画像にも車体の屋根が含まれていない。

【0117】

しかしながら、前記車体の屋根のように、存在場所や形状、色に関する情報の分かっている物体については、予めそれらの情報をシステムに蓄積しておき、それらの情報を必要に応じて用いれば、より違和感の少ない画像を合成することが可能となる。

【0118】

本先願による空間データ変換手段114 は、本先願の監視装置を車両に適用する場合に必要な手段である。

#### 【0119】

一般的に車載カメラは、より良い視野を得るために通常車体上部に設置されていることが多い。ところが車体の形状が、例えば車体外部に向って凸面なカーブを形成しているような場合では、このような車体上部に位置するカメラで撮影した画像は、車体のすぐ周囲の路面部分は死角になる場合がほとんどである。

#### 【0120】

この問題を解決する単純な方法は、車体下部にもカメラを設置することであるが、カメラを追加することによって余分なコストが必要となる。本先願による前記空間データ変換手段114 は車体下部などにカメラを追加せずに前記問題を解決する。

#### 【0121】

図23は、空間データ変換手段114 における処理の手順をフローチャートの形式で示したもの、図24は、空間データ変換手段114 の説明の補助に用いる概念図である。図24は、ある一定時間の間に車両が移動したとき、前記一定時間の開始時刻(以下 $t_1$ )と終了時刻(以下 $t_2$ )における車両の位置、および向き関係を示している。図23および図24を用いてカメラから死角となる部分の画像を合成する手順を説明する。

#### 【0122】

1. (1401)ある一定時間における車両の移動距離を検出する。本例では移動距離は、時刻 $t_1$ と時刻 $t_2$ のそれぞれの時刻における車両位置の間の直線距離で定義する。すなわち図24におけるO1とO2の距離ということになる。

#### 【0123】

説明の都合上、図24に記載のように、移動距離をO1からO2へのベクトルを( $t'x, 0, t'z$ )で表す。移動距離の検出方法としては、例えばタイヤの回転数などによって計測する方法が用いられる。

#### 【0124】

2. (1402)前記一定時間における車両の移動方向を検出する。本例では移動方

向を、時刻 $t_1$ における車両の向きに対して時刻 $t_2$ における車両の向きがどれだけ変化したかの変化量として定義する。説明の都合上、図 2 4 に記載のように、向きの変化量を Z 1 軸と Z 2 軸とのなす角度 $\theta$ で表す。移動方向の検出方法としては、例えばハンドルの回転角度などによって計測する方法が用いられる。

【0 1 2 5】

3. (1403)時刻 $t_1$ から時刻 $t_2$ に至る間の車両の移動距離および移動方向を用いて、 $t_1$ において取得した空間データを $t_2$ における空間データに変換する式( 5 )を作成する。但し式(5)では時刻 $t_1$ から時刻 $t_2$ に至る間の車両移動においては、完全に垂直成分の変化がないもの、つまり路面が平坦であることを仮定している。

【0 1 2 6】

【数 4】

$$\begin{pmatrix} x_2 \\ y_2 \\ z_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos\theta & 0 & \sin\theta \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin\theta & 0 & \cos\theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} t_x \\ 0 \\ t_z \end{pmatrix} \quad \text{式(5)}$$

【0 1 2 7】

式(5)において、 $x_1, y_1, z_1$ は、時刻 $t_1$ において車体を中心にした X 1 - Y 1 - Z 1 ワールド座標系(原点 O 1)におけるある点の座標で、 $x_2, y_2, z_2$ は、前記点の時刻 $t_2$ において車体を中心にした X 2 - Y 2 - Z 2 ワールド座標系(原点 O 2)における座標を表す。つまり  $x_1, y_1, z_1$  を式(5)の右辺に代入して計算した結果が  $x_2, y_2, z_2$  となる。

【0 1 2 8】

4. (1404)式(5)を用いて、時刻 $t_1$ において合成した空間データを、時刻 $t_2$ における空間データに変換する。作成した後の空間データについては、どのカメラから見たかについての情報は必要ないので、図 1 2 の表において、5 から 7 列目のデータは空白にしておいてよい。すなわち、時刻 $t_1$ における空間データのうち

、上記計算で書き換えられるのは図 12 の表において 1 から 4 列目のみで、8 から 11 列目のデータはそのまま利用する。

#### 【0129】

ここで問題となるのは、かくのごとく現在時間の空間データに過去の空間データを加えていくと、限りある空間データバッファ105 のオーバーフローがいつかは生じることである。この問題に対して本先願による空間データバッファ105 では、各空間データは該データの作成時刻の情報を持っているので、現在時刻から遡って一定時間以上過去のデータは消去するようにすれば良い。

#### 【0130】

本先願による特徴点生成手段109 は、カメラの視野内に 3 次元座標の同定が可能な複数個の点を生成する。そして、本発明による特徴点抽出手段108は、前記生成された特徴点を抽出する。図 2 1 は、特徴点生成手段109 、特徴点および特徴点抽出手段108の例を示す概念図である。

#### 【0131】

図 2 1 (a) は、特徴点生成手段109 としてのパターン光照射装置を車体側面上部に取付けた例で、本先願では、ワールド座標系内の平面としての車両の周囲の路面に、長方形のパターンを格子状に照射する場合を示している。

#### 【0132】

図 2 1 (b) は、該パターン光照射装置を車体上部に数箇所取り付けて、路面にパターン光を照射した状態を車両上部から見た例である。

#### 【0133】

図 2 1 (c) はかくのごとく方法で路面に照射された長方形のパターン光をカメラから撮影した様子を示した例である。特徴点は、パターン光照射で作成された長方形の角や中心などの特徴を表すいくつかの点を用いれば良い。

#### 【0134】

図 2 1 (c) では、PI-1 から PI-8 が特徴点の例である。前記特徴点はワールド座標系における座標が既知であると設定することが可能である。またこれらの特徴点は、視平面座標系での座標位置も既知で、ワールド座標系と視平面座標系での対応関係が取れている。従って前述の式(1)式(2)および式(3)を用いれば、本

発明によるキャリブレーション手段102 によってカメラパラメータ  $t_x, t_y, t_z, \alpha, \beta, f$  を計算することが可能となる。

【0135】

本先願による補正指示手段は、本先願の監視装置を車両に適用する場合に必要な手段で、該補正指示手段では、カメラのキャリブレーションが必要な状況を検知し、キャリブレーションが必要である場合に、運転者にカメラキャリブレーションを指示する。また本先願による補正履歴記録手段115 では、キャリブレーションが必要な状況を検知するために必要なデータとして、カメラキャリブレーションを行った日時および走行距離を記録する。

【0136】

図25は、補正履歴の記録を確認し、必要に応じて補正指示を出す処理の手順をフローチャートの形式で示したものである。

【0137】

1. (1601)前回カメラのキャリブレーションを行った日時から、現在までの経過時間までを計算する。

【0138】

2. (1602)あらかじめ設定しておいた所定の時間に対して、前記経過時間の方が大きければ、(1605)カメラ補正指示手段116 にてカメラキャリブレーションを実施するように運転者に指示し、処理を終了する。但し、前記指示によって運転者がカメラキャリブレーションを実施したら、補正履歴の記録を更新しておく。前記所定の時間に対して、前記経過時間の方が小さければ、次の処理3に進む

3. (1603)前回カメラのキャリブレーションを行った時から現在までの総走行距離を計算する。

【0139】

4. (1604)あらかじめ設定しておいた所定の距離に対して、前記走行距離の方が大きければ、(1605)カメラ補正指示手段116 にてカメラキャリブレーションを実施するように運転者に指示し、処理を終了する。但し、前記指示によって運転者がカメラキャリブレーションを実施したら、補正履歴の記録を更新しておく。前記所定の距離に対して、前記走行距離の方が小さければ、カメラキャリブレーション

ションに関する指示は、運転者に出さず、処理を終了する。

【0140】

以上、本先願による監視装置を構成するそれぞれの手段の例を説明した。次に、本先願による監視装置の全体の処理の流れについて説明する。

【0141】

図26は、本先願による監視装置を車両に適用した場合の全体の処理の流れをフローチャートの形式で示したものである。なお監視装置の構成例としては図6の構成を想定する。

【0142】

1. (1701)本装置を正常に動作させるために、必要であれば最初にカメラキャリブレーションを実施し、補正履歴の記録を更新しておく。カメラキャリブレーションでは、カメラパラメータを手で入力するか、または本先願による特徴点生成手段109で特徴点を車体周囲に生成し、前記特徴点を特徴点抽出手段108にて抽出した結果を用いてキャリブレーション手段102にてカメラパラメータを計算しても良い。

【0143】

2. (1702)各カメラ毎に温度センサ110の温度値を逐次観測し、必要に応じてカメラパラメータテーブル103の内容を更新する。

【0144】

3. (1703)補正履歴の記録を確認し、必要に応じて補正指示を出す。もし補正が行われたら、補正履歴の記録を更新する。

【0145】

4. (1704)すでに空間データが空間データバッファ105に蓄積されていれば、空間データ変換手段114にて、車両の移動距離、移動方向に応じて前記空間データを変換する。空間データバッファ105が空白であれば、本処理は省略する

5. (1705)車載カメラで車両周囲の画像を撮影する。

【0146】

6. (1706)空間再構成手段104によって5.で撮影された画像を構成する各々の画素をワールド座標系の点に対応づけた空間データを作成する。3の空間デー

タ変換手段114 で変換された空間データで、ワールド座標系での座標が一致する空間データがすでに存在している場合は、前記変換された空間データは破棄する。つまりワールド座標系におけるある点の空間データは、カメラから一番最近に撮影されたデータのみを保持し、それより過去のデータ、もしくは時間がある程度経過したデータは消去するようにする。

【0147】

7. (1707) 6. の空間再構成手段104 によって作成された空間データを参照して、所望の視点にカメラを設置して撮影した画像を作成する。この場合、視点位置は、合成画像が運転補助に適したものである場所に固定していることが望ましく、例えば図20の例のように車体上方で車両周囲が見渡せるカメラ位置などが良い。

【0148】

8. (1708) 7. の処理で合成された画像を表示する。

【0149】

9. (1709) 上記 2. ～ 8. の処理を必要がなくなるまで繰り返す。例えば運転者が車両を駐車スペースに入れようとしている時は、前記 2. ～ 8. の処理を繰り返し、駐車が完了すれば本処理を終了すればよい。

【0150】

さて、ここまでの本先願の説明では、ワールド座標系における物体の3次元位置が正確に計測できることを前提としていた。すなわちカメラで撮影された画像に含まれる物体の3次元位置・形状が何らかの方法で計測可能か、もしくは既知であることが前提となっていた。

【0151】

しかしながら、監視装置などのように簡易性を要求されるシステムでは、すべての物体の3次元位置・形状を正確に求めることは困難であり、また、運転の補助としての画像を合成するという観点では、任意視点における画像を正確無比に再現しなければならないというわけではなく、運転者に分かり易い画像であれば、多少クオリティが落ちても大きな問題にはなりにくい。

【0152】



そこで本先願では、物体の3次元情報は失われるものの、高速に画像を合成でき、かつ合成した画像のクオリティをある程度保つことが可能な、入力画像を構成する各々の画素と3次元空間の点の対応づけ方法を開示する。

【0153】

該方法は、キャリブレーション手段102によって取り付け位置、取り付け角度が既に知られているカメラから得られた画像を、3次元空間の一部をなす平面の例として路面に投影するものである。すなわち、画像に含まれる各々の物体は、すべて3次元空間座標系(以下ワールド座標系と呼ぶこともある)のX-Z平面に貼り付いており、Y軸方向成分を持つ物体が存在しないと仮定し、視平面上の画像をワールド座標系の路面に投影する。

【0154】

この場合、本装置のこれまでの本先願の説明内容に対して変更する部分は、空間再構成手段104で用いる式(3)を式(6)に置き換え、また、視点変換手段106で用いる式(4)を式(7)に置き換えるだけでよい。

【0155】

【数5】

$$\begin{pmatrix} X_w \\ 0 \\ Z_w \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos\alpha & 0 & -\sin\alpha \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin\alpha & 0 & \cos\alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\beta & -\sin\beta \\ 0 & \sin\beta & \cos\beta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_e \\ Y_e \\ Z_e \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} t_x \\ t_y \\ t_z \end{pmatrix} \quad \text{式(6)}$$

$$\begin{pmatrix} X_e \\ Y_e \\ Z_e \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\beta & \sin\beta \\ 0 & -\sin\beta & \cos\beta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos\alpha & 0 & \sin\alpha \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin\alpha & 0 & \cos\alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_w \\ 0 \\ Z_w \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} t_x \\ t_y \\ t_z \end{pmatrix} \quad \text{式(7)}$$

【0156】

また、本先願ではカメラを車両に取り付け、車両周囲を監視する装置について説明をしたが、限られた台数のカメラからの画像を用いて任意の視点からの画像を合成するという本技術は、車載カメラに限定するものではない。

【0157】

例えば、店舗などにおいて多数の監視カメラを設置しておき、それらのカメラ画像を用いて、真上から見た画像を合成することなども可能であり、幅広い用途が期待できる。

【0158】

以上のように本先願によれば、限られた台数のカメラからの画像を用いて任意の視点からの画像が合成できる。

【0159】

従来、監視対象を撮影するように取付けられた複数カメラからの画像を見る場合においては、人手によってカメラ画像の切り替え表示、もしくは、すべてのカメラ画像を同時表示していたため、管理者や運転者はそれらを見ながら周囲の状況を把握しなければならないという困難な作業を強いられており、それが監視や運転の妨げにさえなる場合も存在した。

【0160】

しかし、本先願の監視装置によって、前記困難な作業を除去することが可能である。つまり、本先願による前記合成機能を用いることにより、同時に全部を見ることができなかったエリアを、視点を空間が全部見渡せる場所に変えることにより該エリア全体を見ることを可能にした。

【0161】

例えば、車両に設置した場合では、車両中心位置の上部に下向きの視点をおけば、車両周囲に設置された数台のカメラの画像を用いるだけで、車両上部から車両の周囲を見渡したように見える一枚の画像を合成表示することができる。

【0162】

これにより、ひとめで監視エリア全体の状況が把握でき、従来に比べて、監視や運転などの補助としての大きな効果が得られることが期待できる。

## 【0163】

なお通常は、視点は管理者や運転者などの人手によって指定するのではなく、監視や運転の補助として役立つ画像が得られる視点位置のうちの一つを選び、そこからの画像を表示させるようにすれば、視点位置の移動操作をしなくてもよい。ため、利用者の作業負担のさらなる軽減が期待できる。

## 【0164】

本先願の監視装置では、各々のカメラについて、その特性を示すカメラパラメータを容易に得ることが可能となる。もし、例えば激しい悪路を走行したことによってカメラの位置などが若干ずれた場合でも、本先願により、カメラの位置の補正は容易に可能となる。

## 【0165】

本先願の監視装置では、温度センサ、温度補正テーブルを設置することにより、気温上昇・下降にともなって微妙に変化するレンズ歪みを補正し、レンズを常に最適に保つことが可能となる。例えば、温度上昇によって微妙に膨張したレンズに対しては、その膨張によって変わるレンズ歪み係数を最適に制御する補正值を温度補正テーブルから得て、それに基づいてレンズ歪みパラメータを変更すればよい。かかる方法によって、本先願ではどのような気温でも歪みのない画像を得ることが可能となる。

## 【0166】

本先願の監視装置では、カメラから死角となる部分の画像を見る方法を提供する。例えば、カメラが車体の上部に取付けてあり、前記カメラの取り付け位置下方の車体の形状が車体外部に向って凸面である場合、カメラ直下の画像を見ることは物理的に不可能である。しかし、本先願では、車両の移動方向および移動距離によって、以前に取得した画像を現在の位置から見た画像に変換することが可能である。

## 【0167】

本先願の監視装置では、カメラの特性を示すカメラパラメータの補正、すなわちカメラキャリブレーションを実施しなければならない状況を検知し、その旨を運転者に提示することが可能である。これにより運転者がカメラパラメータの補

正を長期間し忘れることを防ぐ効果が得られる。

【0168】

なお、本先願の説明の冒頭で記述したように、以上説明した本先願のうち、上記下線を付した部分には誤りがあり、以下の記述が正しい。

【0169】

この場合、本装置のこれまでの実施例の説明内容に対して変更する部分は以下のとおりである。まず視平面上の点Pv(u,v)を視点座標系で表わすと、Ze=fとして、前出の式1、式2を用いて、

(u,v,f)

と表わすことができる。これを、式3の(Xe,Ye,Ze)に代入すると、視平面上の点Pv(u,v)のワールド座標系における座標(Xw,Yw,Zw)は次の修正した式6'になる。

【0170】

【数6】

$$\begin{pmatrix} x_w \\ y_w \\ z_w \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \alpha & 0 & -\sin \alpha \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \alpha & 0 & \cos \alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \beta & -\sin \beta \\ 0 & \sin \beta & \cos \beta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u \\ v \\ f \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} t_x \\ t_y \\ t_z \end{pmatrix} \quad \text{式(6)'}$$

【0171】

一方、視点座標系の原点のワールド座標系での座標は、式3に(Xe,Ye,Ze)=(0,0,0)を代入して、

(-tx,-ty,-tz)

となる。ここで、視平面上の画素をワールド座標系のX-Z平面(路面に相当する)に投影する座標は、視点座標系原点(-tx,-ty,-tz)を端点とし、上記(Xw,Yw,Zw)を通る半直線とワールド座標系のX-Z平面との交点として求めればよい。さて、前記半直線の方角ベクトルを(a,b,c)とすると、前記半直線の方程式は媒介変数k(但しk≥0)を用いて修正した式7'で表わすことができる。

【0172】

【数7】

$$\begin{pmatrix} x_w \\ y_w \\ z_w \end{pmatrix} = k \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} t_x \\ t_y \\ t_z \end{pmatrix} \quad \text{式(7)} \quad \text{ここで} \quad \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \end{pmatrix} = - \begin{pmatrix} t_x \\ t_y \\ t_z \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} x_w \\ y_w \\ z_w \end{pmatrix}$$

【0173】

この直線がX-Z平面と交わる部分では $Y_w = 0$ となるので、これから $k$ の値を逆算すると、

$$k = t_y / b$$

となり、これを修正した式7'に代入すると $X_w, Z_w$ の値はそれぞれ

$$x_w = (a/b) t_y - t_x \quad z_w = (c/b) t_y - t_z$$

となる。このようにして計算された $(X_w, Y_w(=0), Z_w)$ が、視平面上の点 $P_v(u, v)$ のX-Z平面への投影座標である。上記計算されたX-Z平面の座標を、仮想視点座標系における座標に変換する場合は、前述の式4を用いればよい。

なお、ここで示した方法はあくまでカメラに写っているすべての物体がワールド座標系のX-Z平面（路面に相当する）に貼り付いているという仮定のもとに、視平面上の点 $P_v(u, v)$ のX-Z平面への投影点を求める方法を示した一例であって、本例で示した以外の計算方法で前記投影点を求めることも可能である。また路面だけでなく他の空間モデルを用いることも可能である。その場合は、視平面上の点 $P_v(u, v)$ の前記空間モデルにおける対応点を計算する式を別途準備し、その計算式を用いればよい。

【0174】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、従来の監視装置では、複数のカメラで撮影した画像を仮想点からの画像に変換した画像を合成表示する際に必ずしも良好な画質の画像が得られたとは言えない。従って変換画像を合成表示する際に画質が良好であることが必要であるとい課題がある。

【0175】

また、合成画像を表示する際、監視装置の使用者にとって周囲の状況をより容易に把握できるような表示方法が必要であるという課題がある。

【0176】

本発明は従来の監視装置は、カメラで撮影した画像を仮想点からみた画像として合成表示する際に良好な画質が得られないという課題と、使用者にとって周囲の状況を容易に把握できないという課題を考慮し、合成画像の画質が良好であり、使用者が周囲の状況をより容易に把握できる監視装置、監視方法及びプログラム記録媒体を提供することを目的とするものである。

【0177】

【課題を解決するための手段】

上述した課題を解決するために、第1の本発明（請求項1に対応）は、一台以上のカメラで画像を撮影する撮影手段と、

前記撮影された画像の視点と仮想点とに基づいて、前記撮影された画像を前記仮想点からみた画像に変換する画像変換手段と、

前記変換された画像を表示する画像表示手段とを備えたことを特徴とする監視装置である。

【0178】

また、第2の本発明（請求項2に対応）は、前記カメラは車両に搭載されていることを特徴とする第1の発明に記載の監視装置である。

【0179】

また、第3の本発明（請求項3に対応）は、前記カメラは複数台であり、複数台のカメラで撮影された画像は、前記画像変換手段によって変換され、合成されることを特徴とする第1または2の発明に記載の監視装置である。

【0180】

また、第4の本発明（請求項4に対応）は、前記画像変換手段は、前記変換された画像が重なる部分については所定のルールに従って重ね合わせすることを特徴とする第3の発明に記載の監視装置である。

【0181】

また、第5の本発明（請求項5に対応）は、前記所定のルールは、重みルールであることを特徴とする第4の発明に記載の監視装置である。

【0182】

また、第6の本発明（請求項6に対応）は、前記所定のルールは、ディザ方式による重ね合わせのルールであることを特徴とする第4の発明に記載の監視装置である。

【0183】

また、第7の本発明（請求項7に対応）は、前記所定の重みルールは予め決まっていることを特徴とする第4～6の発明のいずれかに記載の監視装置である。

【0184】

また、第8の本発明（請求項8に対応）は、前記予め決まっているとは、自動的に決めることを特徴とする第8の発明に記載の監視装置である。

【0185】

また、第9の本発明（請求項9に対応）は、前記自動的とは、仮想点のカメラの位置及び向きと実際のカメラの位置及び向きから自動的に決めることを特徴とする第8の発明に記載の監視装置である。

【0186】

また、第10の本発明（請求項10に対応）は、前記予め決まっているとは、マニュアルで決めることを特徴とする第7の発明に記載の監視装置である。

【0187】

#### 【発明の実施の形態】

以下に、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0188】

#### （第1の実施の形態）

まず第1の実施の形態について図28、図37～45を用いて説明する。

【0189】

図28に本実施の形態の監視装置の概念を示すブロック図を示す。

【0190】

本実施の形態では監視装置全体の概要を説明し、各詳細については、第2の実

施の形態以降で説明する。

【0191】

監視装置は、カメラ201、画像合成手段202、表示パターン設定手段203、表示パターン記憶手段204、表示手段205から構成される。

【0192】

カメラ201は、N台のカメラが車両に搭載され、車両の周囲の状況を撮影する手段である。画像合成手段202は、カメラ201で撮影された画像を入力して、表示パターン設定手段203で設定された表示パターンに含まれるそれぞれの領域に、領域の表示設定に応じてカメラ201で撮影された実画像もしくは仮想視点からの様子を表した合成画像を生成する手段である。表示パターン記憶手段204は、表示領域全体に、カメラ201で撮影された実画像、もしくは、仮想視点からの様子に変換した合成画像のいずれかを表示する表示パターンを記憶するか、または表示領域の全体を複数の小領域に分割し、それぞれの小領域にカメラで撮影した実画像もしくは仮想視点からの様子に変換した合成画像のいずれかを表示することによって全体の表示を構成する表示パターンを記憶する手段である。表示パターン設定手段203は、表示パターン記憶手段204に記憶されている表示パターンを設定し、そのパターンで画像合成手段202が画像を生成する手段である。表示手段205は、画像合成手段202で生成された画像を表示する手段である。

【0193】

次にこのような本実施の形態の動作を説明する。

【0194】

本実施の形態では、カメラ201で撮影された画像を、仮想視点から見た画像に変換し、一枚の画像に合成して表示する場合の動作を説明する。

【0195】

表示パターン設定手段203によって表示パターンを別の設定にした場合の動作は後述する。

【0196】

図37にカメラ201を車両に設置した例を示す。図37の(a)は車両を真



上から見た図であり、図37の(b)は車両を側面から見た図である。この例では5台のカメラ(カメラ1~5)が設置されている。

#### 【0197】

図38は仮想視点について説明した図である。カメラ201で撮影された5枚の画像は、画像合成手段202によって、仮想視点から見た一枚の画像に合成されて、表示手段205で表示される。

#### 【0198】

図39はカメラ205の5台のカメラ(カメラ1~5)から撮影された画像である。カメラ1の入力画像232は、カメラ1で撮影された画像であり、カメラ2の入力画像233は、カメラ2で撮影された画像であり、カメラ3の入力画像234は、カメラ3で撮影された画像であり、カメラ4の入力画像235は、カメラ4で撮影された画像であり、カメラ5の入力画像236はカメラ5で撮影された画像である。

#### 【0199】

図40に図39で示した画像を画像合成手段202が仮想視点から見た画像に合成し、表示手段205で表示された例を示している。合成画像237は、図38の仮想視点から見た場合の画像である。なお、図40は後述する第3の実施の形態で説明する図を兼ねている。

#### 【0200】

図41~45にこのような仮想視点から見た画像を合成する処理の流れを示す。

#### 【0201】

図41はカメラ201から撮影された画像であり、カメラ1の入力画像232、カメラ2の入力画像233、カメラ3の入力画像234、カメラ4の入力画像235、カメラ5の入力画像236を示している。これらは、それぞれ画像合成手段202によって図42のように変換される。図42はそれぞれの入力画像を仮想カメラから見た画像に変換したものである。ここでは、車両のトランクの上方から下向きに仮想視点を設定している。この変換を行う際に後述するマッピングテーブルが作成される。すなわちカメラ1の変換後の画像232a、カメラ2の

変換後の画像 233a、カメラ 3 の変換後の画像 234a、カメラ 4 の変換後の画像 235a、カメラ 5 の変換後の画像 236a となる。次に画像合成手段 202 はそれぞれの入力画像の必要度（後述する）に基づいて各カメラの仮想視点から見た画像を重みつけて重ね合わせて接合し、一枚の画像を合成する。図 43 に各画像の必要度を示す。カメラ 1 の必要度は 232b、カメラ 2 の必要度は 233b、カメラ 3 の必要度は 234b、カメラ 4 の必要度は 235b、カメラ 5 の必要度は 236b のようになる。ここで画面のうち黒い部分が必要度が高いことを示し、白い部分は必要度が低いことを示している。次にこのような必要度に応じて各画像を重み付けて合成し、死角の部分（いずれのカメラからも見えない部分）を塗りつぶした例を図 44 に示す。図 44 の 238 では上方が死角になっており、この部分が塗りつぶされて表示されている。さらに図 45 の 239 で示すように、画像合成手段 202 は、仮想視点から見た際の車両のイラスト画像を張り付ける。次に表示手段 205 は、合成された画像を表示する。このようにして、仮想視点から見た画像が表示される。なおカメラで撮影した画像を仮想視点から見た画像に変換する方法については従来技術で述べたのと同様である。

#### 【0202】

なお、本実施の形態のカメラ 201 は本発明の撮影手段の例であり、CCD カメラ、ビデオカメラなど要するに周囲の状況を撮影出来、画像信号を生成出来るものでありさえすればよい。また本実施の形態の表示パターン記憶手段 204、表示パターン設定手段 203、画像合成手段 202 は本発明の画像変換手段の例であり、本実施の形態の表示手段 205 は本発明の画像表示手段の例である。

#### 【0203】

##### （第 2 の実施の形態）

次に第 2 の実施の形態について、図 29、図 46、47 を用いて説明する。

#### 【0204】

本実施の形態でも、第 1 の実施の形態と同様、カメラから撮影された複数の画像を仮想視点からみた画像に合成して表示する場合を説明する。カメラの配置は図 37 のようになっており、仮想視点の配置は図 38 のようになっているとする。

## 【0205】

なお同一構成要素については、同一符号を付して、説明を省略する。

## 【0206】

図29に本実施の形態の監視装置のブロック図を示す。

## 【0207】

第1の実施の形態の図28に加えて、死角情報表示手段206、死角情報記憶手段207から構成される。

## 【0208】

死角情報表示手段206は、表示パターン設定手段203で設定された表示パターンで表示する際に、死角情報記憶手段207に記憶されている情報を参照し、死角となる領域を塗りつぶす手段である。死角情報記憶手段207は、表示パターン記憶手段204に記憶されている表示パターンのそれぞれについて、自車両のカメラ201への映り込みによって死角となる領域を記憶しておく手段である。

## 【0209】

次にこのような本実施の形態の動作を説明する。

## 【0210】

図46にカメラ201によって撮影された各入力画像を示す。カメラ1の入力画像232、カメラ2の入力画像233、カメラ3の入力画像234、カメラ4の入力画像235、カメラ5の入力画像236には、それぞれ自車両が映り込んでおり、その部分は死角となっている。撮影された画像のうち死角となる領域はカメラの仕様、向きと自車両の形状が決まれば一意に決定することができるので、予め死角となる領域を死角情報記憶手段207に記憶しておく。図46のカメラ1の死角情報232c、カメラ2の死角情報233c、カメラ3の死角情報234c、カメラ4の死角情報235c、カメラ5の死角情報236cで、それぞれ黒色の部分が自車両の映り込みによって死角となる部分である。このような死角情報を予め死角情報記憶手段207に記憶しておく。

## 【0211】

画像合成手段202によって、カメラ201によって撮影された画像は仮想視

点からみた画像に合成される。その結果図47の(a)のようになる。図47の(a)から明らかなように合成画像の中央部分には白く自車両が映り込んでおり、見づらい。そこで、死角情報記憶手段207に記憶されている死角情報を仮想視点から見た画像に変換し、合成画像の自車両が映り込んでいる部分を塗りつぶすことにより見やすさを改善した。この塗りつぶしは死角情報表示手段206が行う。死角を塗りつぶした結果、図47の(b)のような画像が得られ、見やすさが改善されていることが解る。

#### 【0212】

なお、本実施の形態のカメラ201は本発明の撮影手段の例であり、CCDカメラ、ビデオカメラなど要するに周囲の状況を撮影出来、画像信号を生成出来るものでありさえすればよい。また本実施の形態の表示パターン記憶手段204、表示パターン設定手段203、画像合成手段202、死角情報記憶手段207、死角情報表示手段は本発明の画像変換手段の例であり、本実施の形態の表示手段205は本発明の画像表示手段の例である。

#### 【0213】

##### (第3の実施の形態)

次に第3の実施の形態について、図30、図47を用いて説明する。

#### 【0214】

本実施の形態でも、第1の実施の形態と同様、カメラから撮影された複数の画像を仮想視点からみた画像に合成して表示する場合を説明する。カメラの配置は図37のようになっており、仮想視点の配置は図38のようになっているとする。なお同一構成要素については、同一符号を付して、説明を省略する。

#### 【0215】

図30は、本実施の形態の監視装置の構成を示すブロック図である。

#### 【0216】

第1の実施の形態の図28に加えて、自車画像表示手段208、自車画像記憶手段209から構成される。

#### 【0217】

自車画像表示手段208は、自車両のイラストもしくは自車両の実際の画像を

スーパーインポーズする手段である。自車画像記憶手段 209 は、自車両の存在する場所に自車両であることがわかるイラストもしくは自車両の実際の画像を記憶しておく手段である。なお、自車両のイラストもしくは自車両の実際の画像は、標準の仮想視点から見たことを前提とする画像である。

【0218】

次にこのような本実施の形態の動作について説明する。

【0219】

画像合成手段 202 によって、カメラ 201 によって撮影された画像は仮想視点からみた画像に合成される。その結果図 47 の (a) のようになる。ここまでは第 1 の実施の形態と同一である。図 47 の (a) から明らかなように合成画像の中央部分には白く自車両が映り込んでおり、見づらい。しかも自車両がどこにあるか解らず運転しづらい。そこで、自車画像記憶手段 209 に記憶されている自車両のイラストもしくは自車両の実際の画像を、自車画像表示手段 208 が読み出し、例えば先願で説明したように仮想視点から見た画像に変換し、スーパーインポーズするようにした。図 47 の (c) にこのようにして表示された仮想視点から見た合成画像を示す。第 1 の実施の形態で参照した図 40 も図 47 と同じく自車両のイラストをスーパーインポーズした例である。周りの物体に対する自車両の大きさや、相対的な位置関係がひとめで解るようになった。自車両のイラストもしくは自車両の実際の画像は、予め定められた標準の仮想視点から見たことを前提とする画像として保持されており、これを例えば先願で説明したように、合成画像を表示する際の仮想視点から見た画像に変換し、スーパーインポーズする。この場合予め定められた標準の仮想視点とは、例えば自車両の上方に設けた仮想視点や、側面に位置する仮想視点や、自車両の前方、自車両の後方などに設けた仮想視点を用いることが出来る。

【0220】

あるいは、標準の仮想視点を複数個設けておき、この複数個の標準の仮想視点に対応した標準の画像を用意しておき、合成画像を生成する仮想視点の位置が決まったら、その仮想視点の位置と標準の仮想視点の位置関係から、複数個の標準の仮想視点のうち、合成画像を作成する仮想視点に画像を変換したとき、最も画

像のゆがみがすくなくなるような、標準の仮想視点を選択するように構成することも出来る。

【0221】

また上記とは別の構成として、自車両のイラストもしくは自車両の実際の画像を貼り付ける代わりに、CAD/CAMやCGの分野で公知であるサーフェスモデルやソリッドモデルとして自車両の3次元モデルを予め保持しておき、仮想視点が決まったら、その仮想視点から見た場合の自車両の3次元モデルをレンダリングし、自車両の仮想視点から見た画像を生成し、合成画像に貼り付けるようにすることも出来る。この際、3次元モデルから画像を生成することをリアルタイムに行う必要がある。隠面処理にZバッファを用いて高速にレンダリング処理を行うハードウェアが、近年安価な価格で入手できるようになっているので、このようなハードウェアを利用すれば、リアルタイムに画像を生成することが出来る。このようにすれば歪みのない自車両の画像を生成し、合成画像に貼り付けることが出来る。

【0222】

なお、本実施の形態のカメラ201は本発明の撮影手段の例であり、CCDカメラ、ビデオカメラなど要するに周囲の状況を撮影出来、画像信号を生成出来るものでありさえすればよい。また本実施の形態の表示パターン記憶手段204、表示パターン設定手段203、画像合成手段202、自車画像記憶手段209、自車画像表示手段208は本発明の画像変換手段の例であり、本実施の形態の表示手段205は本発明の画像表示手段の例である。

【0223】

(第4の実施の形態)

次に第4の実施の形態について、図31、図48～50を用いて説明する。

【0224】

カメラの配置は図37のようになっているとする。

【0225】

なお同一構成要素については、同一符号を付して、説明を省略する。

【0226】

図 3 1 は、本実施の形態の監視装置の構成を示すブロック図である。

【0227】

第 1 の実施の形態の図 2 8 に加えて、表示モード設定手段 2 1 0、領域選択手段 2 1 2 から構成される。

【0228】

表示モード設定手段 2 1 0 は、表示されている画像の上下や左右の反転、表示倍率の変更の設定を行い、この設定に応じて表示手段 2 0 5 は表示している画像の反転、倍率変更を行う手段である。領域選択手段 2 1 1 は、画像操作が可能な領域を表示し、この領域を選択し、この設定に応じて表示手段 2 0 5 は、選択された領域に限定して、表示モード設定手段 2 1 0 における表示モード設定値に応じた画像の反転、倍率変更を行う手段である。

【0229】

次に、このような本実施の形態の動作を説明する。

【0230】

まずはじめに、前述したように表示パターン記憶手段 2 0 4 に記憶されており、表示パターン設定手段 2 0 3 で設定される表示パターンについて説明する。

【0231】

図 4 8 に典型的な表示パターンの例を示す。図 4 8 (a) は、表示パターン例 1 であり、表示領域は一つであり、表示領域に仮想視点からの画像のみを表示するパターンである。この場合の仮想視点は、上方 5 m から縦向きに見下ろす位置にある。図 4 8 (b) は、表示パターン例 2 であり、表示領域は一つであり、表示領域に仮想視点からの画像のみを表示するパターンである。この場合の仮想視点は、上方 2.5 m から横向きに見下ろす位置にある。図 4 8 (c) は、表示パターン例 3 であり、表示領域は 3 つであり、表示領域に仮想視点からの画像と左右のドアミラーカメラからの画像を表示するパターンである。この場合の仮想視点は、上方 5 m から縦向きに見下ろす位置にある。典型的な表示パターンは以上のようなになる。

【0232】

図 4 9 (a) に表示パターン例 1 に従った表示例を示す。車両の周囲には駐車

車両が停止しているのがわかる。この表示例を表示モード設定手段 210 によって上下、左右を反転するように設定し、表示手段 205 で表示したのが図 49 (b) である。図 49 (b) は、図 49 (a) を上下、左右を反転して表示している。つまり画像の真ん中を中心として 180 度回転したのと同じである。

#### 【0233】

図 50 (a) に表示パターン例 3 に従った表示例を示す。真ん中の表示領域には自車両を縦向きに見下ろす位置にある仮想視点から見た画像が表示されており、左右の領域にはそれぞれ左右のドアミラーからの画像が表示されている。この表示例のうち左右のドアミラーからの画像の部分の領域を領域選択手段 211 で選択し、表示モード設定手段 210 によって左右を反転するように設定し、表示手段 205 で表示したのが図 50 (b) である。つまり左右のドアミラーカメラによる画像が実際にミラーを見ているように左右が反転している。従ってドアミラーカメラによる画像がミラーを見ているのと同じ位置関係になっているのでより直感的に周囲の状況を理解することが出来る。

#### 【0234】

表示パターン設定手段 203 には、表示パターン 1、表示パターン 2、表示パターン 3 のボタンが設けられており、表示パターン 1 のボタンを選択すると、画像合成手段 202 で表示パターン例 1 の画像が合成され、表示手段 205 に表示される。同様に表示パターン 2 のボタンを押すと表示パターン例 2 の画像が表示される。また表示パターン 3 のボタンを押すと表示パターン例 3 の画像が表示される。

#### 【0235】

あるいは、表示パターン設定手段 203 に、上記のようなボタンを設ける代わりに、ツマミやジョイスティックやタッチパネルを設け、ツマミを回転したり、ジョイスティックを操作したり、タッチパネルに触れたりすると、上下左右に画像が平行移動したり、視点の位置、画角などが、段階的に変化するように構成することも出来る。このようにすれば、より簡単な操作で、表示パターンを設定することが出来る。

#### 【0236】



また表示パターン例 3 の場合は、それぞれの画像の境界に線を描いて、領域間の区別を明確にすることも出来る。

#### 【0237】

また図 48 (a)、(b)、(c) 以外の表示パターンとして、仮想視点と車両に搭載されているカメラを、新たに別の視点から見た場合の斜視図として表示画面に含めることも出来る。このような表示パターンに画面を切り替えれば、仮想視点とカメラが表示画面の中に表示されているので、仮想視点がどこに位置しているかを容易に把握することが出来る。この斜視図を表示している際に、表示パターン設定手段 203 でツマミやジョイスティックやタッチパネルを用いて斜視図に表示されている仮想視点を移動できるようにする。移動の仕方としては、斜視図に垂直方向に仮想視点を移動させる、斜視図の左右に仮想視点を移動させる、斜視図の上下方向に仮想視点を移動させる、などの操作をジョイスティックやタッチパネルで行えば任意の位置に仮想視点を移動させることが出来る。このように、この斜視図を仮想視点の位置決めに使用することが出来る。

#### 【0238】

さらに別の表示パターンとして、前述した斜視図と合成画像などをマルチ画面で表示しておき、仮想視点が移動すると、合成画像も変化するような表示パターンも用いることが出来る。

#### 【0239】

なお、本実施の形態のカメラ 201 は本発明の撮影手段の例であり、CCD カメラ、ビデオカメラなど要するに周囲の状況を撮影出来、画像信号を生成出来るものでありさえすればよい。また本実施の形態の表示パターン記憶手段 204、表示パターン設定手段 203、画像合成手段 202 は本発明の画像変換手段の例であり、本実施の形態の表示手段 205、表示モード設定手段 210、領域選択手段 211 は本発明の画像表示手段の例である。

#### 【0240】

(第 5 の実施の形態)

次に第 5 の実施の形態について、図 32、図 51 を用いて説明する。

#### 【0241】

カメラの配置は図 37 のようになっているとする。

【0242】

なお同一構成要素については、同一符号を付して、説明を省略する。

【0243】

図 32 は、本実施の形態の監視装置の構成を示すブロック図である。

【0244】

第 1 の実施の形態の図 28 に加えて、表示変更信号発生手段 213、モニタリング手段 214 から構成される。またモニタリング手段 214 は、音声認識手段 215、物体検出手段 216、運転操作検出手段 217 から構成される。

【0245】

表示変更信号発生手段 213 は、モニタリング手段 214 から出力されたモニタリングの結果に応じて表示パターンを変更するかどうかの判断をし、変更する場合は、表示パターンを変更する信号を発生する手段である。モニタリング手段 214 は、車両内外の状態をモニタリングし、その結果を表示変更信号発生手段 213 に出力する手段である。

【0246】

また、音声認識手段 215 は、複数のパターンの音声を認識するためのデータを記憶している音声認識データベースを備えており、モニタリング手段 214 の構成要素として、車両の乗員によって発生された音声が複数のパターンのいずれに一致しているかどうかを解析し、モニタリング結果として、その処理結果を出力する手段である。物体検出手段 216 は、モニタリング手段 214 の構成要素として、自車両周辺に存在する物体を検出し、モニタリング結果としてその処理結果を出力する手段である。運転操作検出手段 217 は、モニタリング手段 214 の構成要素として、決められた運転操作を検出し、モニタリング結果としてその処理結果を出力する手段である。

【0247】

次にこのような本実施の形態の動作を説明する。

【0248】

モニタリング手段 214 の音声認識手段 215 は、自車両の乗員によって発生

された音声のパターンが、予め登録されているパターンのいずれに一致するかを解析し、予め登録されているパターンと一致した場合は、その結果を表示変更信号発生手段 213 に通知する。予め登録されているパターンの例としては、「大きく」、「小さく」、「右へ移動」、「左へ移動」、「前へ移動」、「後ろへ移動」、「上へ移動」、「下へ移動」などがある。「大きく」というパターンは、表示手段 205 に表示されている画像を拡大することを意味している。「小さく」は、その画像を縮小して広い範囲の周囲状況を俯瞰できるようにすることを意味している。「右へ移動」は、仮想視点を右側へ予め決められた距離だけ移動することを意味している。「左へ移動」は、仮想視点を左側へ予め決められた距離だけ移動することを意味している。「前へ移動」は、仮想視点を前方へ予め決められた距離だけ移動し、前方の周囲状況を把握できるようにすることを意味している。「後ろへ移動」は、仮想視点を後方へ予め決められた距離だけ移動し、後方の周囲状況を俯瞰できるようにすることを意味している。「上へ移動」は仮想視点を上方へ移動して、より広い範囲を俯瞰できるようにすることを意味している。「下へ移動」は、仮想視点を下方へ移動し、より細部まで俯瞰できるようにすることを意味している。自車両の乗員の発生する音声パターンがこれらのパターンと一致すれば、いずれのパターンと一致したかが表示変更信号発生手段 213 に通知され、表示変更信号発生手段 213 は、そのパターンの意味する表示パターンを選択する信号を表示パターン設定手段 203 に送る。これを受けて、表示パターン設定手段 203 は、表示パターンの設定を行う。

#### 【0249】

モニタリング手段 214 の物体検出手段 216 は、以下に示すような方法により自車両周辺に存在する物体を検出する。

#### 【0250】

まず、自車両に障害物センサを設置し、この障害物センサによって、自車両周辺に存在する物体を検出する。例えば障害物センサとして超音波センサを用いることが出来る

または、自車両に設置してある 5 台のカメラ 201 から適当な 2 台のカメラを選択し、その 2 台のカメラ画像からステレオマッチングを行うことによって自車

両周辺の物体を検出する。

【0251】

もしくは、上記二つの方法を組み合わせることも出来る。

【0252】

上記のいずれかの方法により物体検出手段216は、自車両周辺に存在する物体を検出する。

【0253】

物体を検出すると、物体検出手段216は、どこに物体が存在するかの情報を表示変更信号発生手段213に通知する。表示変更信号発生手段213は、表示パターンを変更する命令に変換し、表示パターン設定手段203の設定を変える命令を送る。これを受けて、表示パターン設定手段203は、表示パターンの設定を行う。

【0254】

図63に、物体検出手段216が、障害物を検出した際の画面表示例を示す。警告表示部分256は、障害物が存在する領域である。自車両の周辺の障害物が存在する領域へ車両の乗員の注意を喚起するため、その領域を拡大して表示するとともに、その領域を枠で囲んで表示している。さらに音声などを用いて車両の乗員に障害物の存在を知らせることも出来る。さらに周辺の障害物が存在する領域は、単に枠で囲むだけでなく、枠を点滅させたり、枠内の色を反転させるようにしてもよい。このようにすれば乗員の注意をさらに確実に障害物の存在する領域に喚起することが出来る。なお、障害物が存在する領域の画像を拡大せず単に枠で囲んで表示するだけでも、乗員の注意を喚起することが出来ることは言うまでもない。

【0255】

モニタリング手段214の運転操作検出手段217は、予め決められた運転操作を検出し、モニタリング結果として検出された運転操作を表示変更信号発生手段213に通知する。

【0256】

予め決められた運転操作とは、例えば次のようなものがある。すなわちハンド

ルを右に切る、ハンドルを左に切る、ブレーキを踏む、アクセルを踏む。走行時速が50km/hで走行する、走行時速が10km/h以下になる、ギアをバックに入れるなどである。これらの運転操作は、表示変更信号発生手段213で、表示パターンを選択する命令に変換され、表示パターン設定手段203に送られる。表示パターン設定手段203は、表示パターン設定手段203から通知されてきた表示パターンを設定する。

#### 【0257】

具体的にはハンドルを右に切るという操作をした場合、そのハンドルの舵角に応じて、仮想視点を右に移動し、右側の周囲状況が把握しやすくなるようにする。ハンドルを左に切るという操作をした場合は、同様に仮想視点を左に移動する。ブレーキを踏むという操作をした場合、後方と前方の周囲状況が把握しやすくなるようにする。アクセルを踏むという操作をした場合、前方に仮想視点を移動し、前方の周囲状況を把握しやすくする。走行時速が50km/h以上の場合は、仮想視点を上方に移動し、より広範囲の周囲状況が把握出来るようにする。走行時速が10km/h以下の場合は、仮想視点を下方に移動し、自車両に近接した周囲状況がより細部まで把握出来るようにする。ギアをバックに入れた場合は表示画面に仮想視点からの画像に加えてドアミラーから見た画像も表示するようにする。

#### 【0258】

また一般に高速走行時にはより広い範囲の周囲の状況を把握する必要があり、低速走行時には自車両に近接した周囲の状況をより細部まで把握する必要がある。高速走行時により広い範囲の周囲の状況を把握するために、パノラマ風の表示パターンを用いてもよい。例えば図61の(a)のようにカメラを設置したとする。右ドアミラーカメラ252、左ドアミラーカメラ253はドアミラー付近に設置されている。またパノラマ用カメラ1(254)、パノラマ用カメラ2(255)は、パノラマ風の表示を行うためのカメラである。図61の(b)はパノラマ用カメラ2(255)で撮影された画像である。また(c)はパノラマ用カメラ(255)で撮影された画像である。このような画像を合成すると図62のようになる。図62の(a)は、仮想視点をパノラマ用カメラ1とパノラマ用カ

メラ 2 の中点付近に設けてパノラマ用カメラ 1 (254)、パノラマ用カメラ 2 (255) で撮影された 2 枚の画像を合成した例である。図から明らかなように自車両後方の広い範囲を俯瞰出来ることがわかる。また、図 6 2 の (b) は、パノラマ用カメラ 1 (254) とパノラマ用カメラ 2 (255) で撮影された 2 枚の画像を仮想視点を自車両上方に設置して合成した場合の例である。やはり (a) と同様に、広い範囲の周囲の状況を俯瞰することが出来る。さらに図 6 3 の (c) は、仮想視点を自車両上方に設けて、右ドアミラーカメラ 252、左ドアミラーカメラ 253、パノラマ用カメラ 1 (254)、パノラマ用カメラ 2 (255) の 4 台のカメラを合成した場合の例である。高速走行時に必要となるが、より広い範囲が俯瞰できていることがわかる。カメラの配置を図 3 7 のように配置する代わりに図 6 1 (a) のように配置することによって高速走行時に必要となる広い範囲の周囲の状況を俯瞰することが出来る。なお図 3 7 のようにカメラを配置しておき、図 6 1 (a) のパノラマ用カメラ 1 (254)、パノラマ用カメラ 2 (255) を図 3 7 のカメラに加えて設置し、低速走行時と高速走行時でカメラを切り替えて使用することも出来る。カメラの切り替えは、運転操作検出手段 2 1 7 で自車両のスピードを検出することによって行うことが出来る。

#### 【0259】

このようにして表示パターンが設定される。

#### 【0260】

次に一例として、物体検出手段 2 1 6 が物体を検出した際、表示手段 2 0 5 で表示されている画面の変化の状況を図 5 1 に示す。図 5 1 (a) は、物体検出手段 2 1 6 が自車両に近接して物体が存在することを検出する前の画面である。図 5 1 (a) の矢印の部分に近接した他の車両が存在していることがわかる。やがて、物体検出手段 2 1 6 が自車両に近接した他の車両を検出すると、画面は、図 5 1 (b) のように切り替わる。すなわち、周辺物体との距離に応じて、画像を段階的もしくは連続的に拡大／縮小して表示する。また物体の存在する方向に応じて仮想視点の位置を変更する。図 5 1 (b) では、画面を図 4 8 (b) の表示パターン例 2 に変更している。このことによって近接している他の車両に注意を喚起することが出来る。また図 5 1 (b) のように表示するとともに、警告音で

近接した他の車両が存在していることを知らせるようにしても良いし、画面表示を変えずに警告音のみで他の車両の存在を知らせるようにしてもよい。

#### 【0261】

また、本実施の形態の監視装置は、表示内容を変更する信号を受けその信号の内容に応じて自動で表示パターンを変更し、表示を切り替えるモードと、その信号の内容を無視するモードを選択することも出来る。従って、自車両に乗車している運転者の意図通りに周囲状況を把握することができる。

#### 【0262】

また、表示画面をマルチウィンドウにし、そのサブウィンドウに合成画像、カメラ画像、仮想視点がどこにあるかを示す画像、文字の任意の組み合わせを表示するようにすればさらに、容易に自車両の周囲状況を把握しやすくなる。例えば、別々のサブウィンドウに仮想視点がどこにあるかを示す画像とドアミラーから見た画像と、仮想視点から見た画像を表示し、物体検出手段216が物体を検出すると、各サブウィンドウ上の物体の存在する場所にそれぞれ警告マークをつけ、さらに別のサブウィンドウに文字で検出した物体の位置、仮想視点がどこにあるかの位置情報を表示する。

#### 【0263】

このように、モニタリング手段214で周囲の状況をモニタリングし、モニタリング結果によって表示パターンを変更することによって、より自車両の運転者が周囲状況を把握しやすくなる。

#### 【0264】

なお、本実施の形態のカメラ201は本発明の撮影手段の例であり、CCDカメラ、ビデオカメラなど要するに周囲の状況を撮影出来、画像信号を生成出来るものでありさえすればよい。また本実施の形態の表示パターン記憶手段204、表示パターン設定手段203、画像合成手段202は本発明の画像変換手段の例であり、本実施の形態の表示手段205は本発明の画像表示手段の例であり、本実施の形態の物体検出手段216は本発明の物体検知手段の例である。

#### 【0265】

(第6の実施の形態)

次に第 6 の実施の形態について、図 33、図 52～56 を用いて説明する。

【0266】

カメラの配置は図 37 のようになっているとする。

【0267】

なお同一構成要素については、同一符号を付して、説明を省略する。

【0268】

図 33 は、本実施の形態の監視装置の構成を示すブロック図である。

【0269】

第 1 の実施の形態の図 28 に加えて、画像処理手段 218、フィルタリング情報記憶手段 221、輝度補正データ記憶手段 222 から構成される。また画像処理手段 218 は、フィルタリング手段 219、輝度補正手段 220 から構成される。

【0270】

画像処理手段 218 は、画像合成手段 202 によって合成された画像の各ピクセル値に画像処理を施す手段である。フィルタリング情報記憶手段 221 は、画像合成手段 202 によって合成された画像に対して、フィルタリングを施す領域と、その領域に施すフィルタリングのパラメータの情報とを保持する手段である。輝度補正データ記憶手段 222 は、画像合成手段 202 によって合成された画像の輝度補正を行うためのデータを、表示パターンのそれぞれと対応つけて記憶しておく手段である。また画像処理手段 218 を構成する、フィルタリング手段 219 は、フィルタリング情報記憶手段 221 の情報に基づいて、画像合成手段 202 で合成された画像にフィルタリング処理を施す手段である。輝度補正手段 220 は輝度現在設定されている表示パターンに対応する輝度補正を行うためのデータを用いて、画像合成手段 202 によって合成された画像の輝度補正を行う手段である。

【0271】

次にこのような本実施の形態の動作を説明する。

【0272】

画像処理手段 218 は、画像合成手段 202 によって合成された画像を受け取



り、フィルタリング情報記憶手段 221 と輝度補正データ記憶手段を参照して、画像処理を施して、表示手段 205 に出力する。表示手段 205 は、画像処理が施された画像を画面に表示する。

#### 【0273】

まず、フィルタリング手段 219 が行うフィルタリングについて説明する。図 52 にフィルタリング処理とフィルタリングのパラメータの例を示す。この例では、あるピクセルの値（図 52 の真ん中の「5」のピクセルに相当）を周囲のピクセルの値をもとに計算することによって、ノイズ除去、ぼかし処理を行うものである。画像全体をぼかし、ノイズ除去を行う場合は、スムージングフィルタが用いられる。これは、あるピクセルの値を周囲のピクセルの加重平均で置き換えるものである。また画像中に含まれるノイズを除去する場合には中央値フィルタ（メディアンフィルタ）が用いられる。これは周囲のピクセルの値を大きい順に並べて、その真ん中のピクセルの値を着目しているピクセルの値に置き換えるものである。またどれくらいまでを周囲のピクセルとするかによってもノイズ除去の効果が異なってくる。図 52 の例では  $5 \times 5$  の領域が周囲の領域として考慮されているが、この他に  $3 \times 3$  の領域や  $7 \times 7$  の領域が周囲の領域とされる。一般的には  $3 \times 3$  のフィルタが良く用いられる。またメディアンフィルタを複数回施したり、スムージングフィルタを複数回施して、ノイズ除去やぼかしの効果を強くすることも出来る。これらは画像処理技術で広く用いられている技術であり、本実施の形態の監視装置でもこれらを利用することにした。

#### 【0274】

図 53 に適当なフィルタリングのパラメータを用いてフィルタリング処理を施した例を示す。図 53 では画像全体をぼかす処理を行っている。図 53 (a) は、画像合成手段 202 から出力されたフィルタリング処理前の画像であり、図 53 (b) は、フィルタリング手段 219 から出力されたフィルタリング処理後の画像である。これらの図から明らかなように、図 53 (a) に較べて図 53 (b) のほうが画像全体がぼけている。

#### 【0275】

さらにこのぼかし処理を画像全体に適用するのではなく、画像の一部の領域に

限定して適用することによって興味深い結果が得られた。すなわち図54の(b)のように、フィルタリングを施す画像をフィルタリング非処理対象領域とフィルタリング処理対象領域に分けて、フィルタリング処理対象領域にのみぼかし処理を施すのである。図54(a)は画像合成手段202から出力された画像である。画像中央に自車両のイラストが表示されており、周辺には他の駐車車両がある。これを図54(b)のようにフィルタリングする領域を限定してぼかし処理を行うと図54(c)のようになる。自車両周辺はぼかし処理が行われていないので、画像がはっきりしている。これに較べて他の駐車車両のある付近はぼんやりしている。図54(c)から明らかなように、周囲をぼかすことによって、運転者の注視領域を自車両の周辺に集中させることが出来、また周囲の画像の歪みの大きさを緩和することが出来る。自車両周辺のぼかし処理を行わない領域は、自車両から0mから10mの間の値に設定すると、自車両が駐車場にいる場合などでは運転者の注視領域として適切である。また別の方法として、自車両のボディーから距離が離れるに従って、ぼかし強度を増加させるようにしても上記と同等の効果が得られる。

#### 【0276】

続いて、輝度補正手段220が行う輝度補正の一例について説明する。

#### 【0277】

図55に輝度補正データと輝度補正処理の例を示す。図では左上端を原点とし、水平方向にX軸、垂直方向にY軸をとる。このような座標系において、座標(i, j)の輝度補正データをB(i, j)とすると、輝度補正後の座標(i, j)のピクセル値は以下に示す数8のようになる。

#### 【0278】

#### 【数8】

輝度補正後ピクセル値 = 輝度補正前ピクセル値 + B(i, j)

ただし、輝度補正後ピクセル値が、予め決められた上限値を越えれば、この上限値に置き換えるものとする。色をRGB(赤、緑、青)で表した場合、この上限値は、各色について255がよく用いられる。

## 【0279】

このようにして輝度補正を行った例を図56に示す。図56(a)は、画像合成手段202から出力される画像であり、輝度補正前の画像である。全体的に暗い感じになっている。図56(b)は、図56(a)の画像を輝度補正手段220で輝度補正を行った結果を示す画像である。輝度補正によって全体的に明るくなり、見やすい画像になったことが解る。

## 【0280】

また輝度補正に関してもフィルタリング処理で行ったのと同様に処理の対象を選択して処理を行うことが出来る。輝度補正する領域を選択すれば、例えば表示画面の一部分が暗くて見にくい場合など、その部分だけ輝度補正して明るくすれば見やすくなる。

## 【0281】

このように、フィルタリング、輝度補正を行うことによって、運転者の注意を特定の領域に向けることをはじめ、ノイズ除去や画面の明るさを調節することなどが出来、より表示結果が見やすくなる。

## 【0282】

なお、本実施の形態のカメラ201は本発明の撮影手段の例であり、CCDカメラ、ビデオカメラなど要するに周囲の状況を撮影出来、画像信号を生成出来るものでありさえすればよい。また本実施の形態の表示パターン記憶手段204、表示パターン設定手段203、画像合成手段202、フィルタリング情報記憶手段221、輝度補正データ記憶手段222、画像処理手段218は本発明の画像変換手段の例であり、本実施の形態の表示手段205は本発明の画像表示手段の例である。

## 【0283】

(第7の実施の形態)

次に第7の実施の形態について、図34、図57を用いて説明する。

## 【0284】

カメラの配置は図37のようになっているとする。

## 【0285】

なお同一構成要素については、同一符号を付して、説明を省略する。

【0286】

図34は、本実施の形態の監視装置の構成を示すブロック図である。

【0287】

第1の実施の形態の図28に加えて、マッピングテーブル226、出力値記憶手段227から構成される。さらに画像合成手段202は、出力値演算手段223、マッピングデータ検索手段224、出力初期化手段から構成される。

【0288】

マッピングテーブル226は、前記合成された画像の所定の画素は、どのカメラで撮影された画像の画素（ピクセル）かまたは予め決められた値に対応するかについての関連情報を予め保持し、その画素（ピクセル）または予め決められた値の必要度を保持しているテーブルである。出力値記憶手段227は、表示手段205で表示される画像の各ピクセルの値を格納する手段である。出力演算手段223は、表示手段205で表示される画像の各ピクセルに対応するマッピングテーブル226のマッピングデータに記述されているカメラで撮影された画像の対応する座標のピクセルの値と、その必要度を読み込み、その必要度に相当する重み付け演算をそのカメラで撮影された画像の対応する座標のピクセルの値に行った値を、表示手段205で表示される画像のピクセルの値に加算する処理を行う手段である。マッピングデータ検索手段224は、表示手段205で表示される画像の各ピクセルの値に対応するマッピングデータを、マッピングテーブル226から検索する手段である。出力初期化手段225は、表示手段205で表示される画像の各ピクセルの値を初期化する手段である。

【0289】

次にこのような本実施の形態の動作を説明する。

【0290】

図57はマッピングテーブルと必要度について説明した図である。図57(a)において、表示手段205で表示される画像の左上端を原点とし、水平方向にX軸、垂直方向にY軸をとる。このような座標系において、座標(i, j)のマッピングデータは、図示されているように、カメラ、X座標、Y座標、必要度の

組で表される。カメラは座標 (i, j) のピクセルの値を作成する際に寄与する画像をカメラ番号で表したものである。X座標は、合成画像の座標 (i, j) のピクセルの値に寄与する各カメラで撮影された画像のX座標である。同様にY座標は、合成画像の座標 (i, j) のピクセルの値に寄与する各カメラで撮影された画像のY座標である。必要度は、各カメラで撮影された画像の座標 (X, Y) の領域が座標 (i, j) のピクセルの値を作成する際にどれくらい必要かを数値で表したものである。図57(a)では、座標 (i, j) のピクセルの値を作成する際に参照されるマッピングデータの例として、カメラの番号が1の画像のX座標は10、Y座標は10、その必要度は0.3となっている。また、カメラの番号が5の画像のX座標は56、Y座標は80、その必要度は0.3となっている。マッピングテーブルはこのようなマッピングデータを例えばマトリクス状に配置したものである。

#### 【0291】

図57(b)にマッピングデータを構成する必要度の説明を示す。合成画像上の座標 (i, j) におけるカメラ1の必要度とカメラ5の必要度が図57(b)に示されている。色が黒いほど必要度が高い。白い部分は必要度が0の部分である。

#### 【0292】

このようなマッピングテーブルを用いて、以下のようにして、5台のカメラで撮影された画像から、合成画像を作成する。すなわち、まず必要度を0から1までの値で表し、1に近いほど必要度は高いとする。図57(a)のマッピングデータ例のように、カメラ1の必要度を0.3、カメラ5の必要度を0.5その他のカメラの必要度を0.0とすると、合成画像上の座標 (i, j) のピクセル値は、以下に示す数9のようにして求めることが出来る。

#### 【0293】

##### 【数9】

ピクセル値 = (カメラ1の画像の座標 (10, 10) のピクセル値 × 0.3  
+ カメラ5の座標 (56, 80) のピクセル値 × 0.5) / (0.3 + 0.5)

数9の最後で (0.3 + 0.5) で割り算しているのはピクセルの正規化であ

り、これについては後述する正規化手段で行われるものである。このように必要度という重みルールを予め設定しておき各カメラで撮影された画像の各座標の領域を重み付けて、合成画像のピクセルの値を求めている。また、座標  $(i, j)$  に対応するカメラに対応する画像が存在しない場合がある。例えば、自車両が表示される領域やいずれのカメラからも死角になっている領域である。このような場合マッピングデータは座標  $(i, j)$  のピクセル値となるべき定数値を持つものとする。

## 【0294】

カメラ 201 で撮影された 5 枚の画像は、画像合成手段 202 に出力される。まず、出力初期化手段 225 が合成画像となる画像データの各ピクセルの値を初期化する。色が RGB 表現で表されている場合には各ピクセルの値を  $(R, G, B) = (0.0, 0.0, 0.0)$  に初期化する。マッピングデータ検索手段 224 は、合成画像となる画像データの各ピクセルに対応するマッピングデータをマッピングテーブル 226 から検索する。検索されたそれぞれのマッピングデータから数 9 のように、必要度に相当する重み付け演算を行い、合成画像となる画像データの各ピクセルの値を求める。このようにして合成画像となる画像データのピクセルの値は、出力値記憶手段 227 に記憶される。合成画像となる画像データの全てのピクセルの値が求まったら、出力値記憶手段 227 は、画像データを表示手段 205 に出力する。表示手段 205 は、画像データを画面に表示する。

## 【0295】

このようにマッピングテーブル 226 を用いれば、5 枚の入力画像から 1 枚の合成画像を容易に作成することが出来る。

## 【0296】

なお、本実施の形態のカメラ 201 は本発明の撮影手段の例であり、CCD カメラ、ビデオカメラなど要するに周囲の状況を撮影出来、画像信号を生成出来るものでありさえすればよい。また本実施の形態の表示パターン記憶手段 204、表示パターン設定手段 203、画像合成手段 202 は本発明の画像変換手段の例であり、本実施の形態の表示手段 205、出力値記憶手段 227 は本発明の画像

表示手段の例である。

【0297】

(第8の実施の形態)

次に第8の実施の形態について、図35を用いて説明する。

【0298】

カメラの配置は図37のようになっているとする。

【0299】

なお同一構成要素については、同一符号を付して、説明を省略する。

【0300】

図35は、本実施の形態の監視装置の構成を示すブロック図である。

【0301】

第7の実施の形態の図34に加えて、正規化手段228、幾何データ記憶手段229、幾何演算手段230、視点設定手段231から構成される。マッピングテーブル226、出力値記憶手段227から構成される。

【0302】

正規化手段228は、第7の実施の形態で説明したように、合成画像となる画像データの各座標において、その座標に対応するそれぞれのマッピングデータの総和が一定値になるように、それぞれのマッピングデータの必要度を正規化する手段である。幾何データ記憶手段229は、車両に設置されたカメラ特性を示す情報としてのカメラパラメータ（従来の技術の先願に関する説明で説明済み）と、車両をとりまく環境の3次元データと、カメラ撮影画像のそれぞれのピクセルの必要度をアルファデータとして記憶する手段である。幾何演算手段230は、仮想視点から見た際の画像すなわち合成画像となる画像データのピクセルの座標を入力し、カメラパラメータと3次元データとアルファデータを用いて、仮想視点のピクセルの座標とカメラ撮影画像の画素とを対応付ける演算を行ってマッピングデータを作成し、アルファデータを参照してマッピングデータに必要度を書き込んだ後、マッピングテーブル226に格納する手段であり、従来の技術の先願に関する説明の中の視点変換手段と空間再構成手段に対応した手段である。視点設定手段231は、仮想視点を設定する手段である。

【0303】

次にこのような本実施の形態の動作を説明する。

【0304】

視点設定手段231で仮想視点が設定されると、その情報は、幾何演算手段230に出力される。幾何演算手段230は、幾何データ記憶手段229から、カメラパラメータ、3次元データ、アルファデータを読み込み、仮想視点からみた合成画像となる画像データのピクセルの座標とカメラ撮影画像の画素とを対応付ける演算を行ってマッピングデータを作成し、アルファデータを参照してマッピングデータに必要度を書き込んだ後、マッピングテーブル226に作成したマッピングデータを書き込む。以下の動作は、正規化手段228を除いて、第7の実施の形態と同様である。正規化手段228は、合成画像となる画像データの各座標において、その座標に対応するそれぞれのマッピングデータの総和が一定値になるように、それぞれのマッピングデータの必要度を正規化する。

【0305】

このように本実施の形態の監視装置は仮想視点が新たに設定されるごとにマッピングテーブル226を自動的に作成することが出来る。

【0306】

なお、本実施の形態における合成画像となる画像データのピクセルの座標とカメラ撮影画像のピクセルとを対応付けるとしたが、合成画像となる画像データのピクセルの座標とカメラ撮影画像の複数のピクセルを対応付けてもよい。すなわちカメラ撮影画像の複数個のピクセルから合成画像の1ピクセルの値を求めるようにしてもよい。このようにすれば、画像を変換する際にピクセルをサンプリングすることによって発生するエイリアシングを低減することができ合成画像の画質が向上する。このような合成画像のピクセルの座標を撮影画像の複数のピクセルに対応付ける方法として、合成画像のピクセルの座標に対応するマッピングデータを撮影画像の対応する複数個のピクセルの分だけ生成するようにし、これらのマッピングデータを用いて、合成画像のピクセルの色を求めるようにすればよい。

【0307】



さらに、本実施の形態のカメラ 201 は本発明の撮影手段の例であり、CCD カメラ、ビデオカメラなど要するに周囲の状況を撮影出来、画像信号を生成出来るものでありさえすればよい。また本実施の形態の表示パターン記憶手段 204、表示パターン設定手段 203、画像合成手段 202、マッピングテーブル 226、視点設定手段 231、幾何演算手段 230。幾何データ記憶手段 229 は本発明の画像変換手段の例であり、本実施の形態の表示手段 205、出力値記憶手段 227、正規化手段 228 は本発明の画像表示手段の例である。

#### 【0308】

(第 9 の実施の形態)

次に第 9 の実施の形態について、図 36 を用いて説明する。

#### 【0309】

カメラの配置は図 37 のようになっているとする。

#### 【0310】

なお同一構成要素については、同一符号を付して、説明を省略する。

#### 【0311】

図 36 は、本実施の形態の監視装置の構成を示すブロック図である。

#### 【0312】

第 8 の実施の形態の図 35 に加えて、自車画像記憶手段 209、死角情報記憶手段 207 から構成される。

#### 【0313】

自車画像記憶手段 209 は、第 3 の実施の形態で説明したものと同一であり、死角情報記憶手段 207 は、第 2 の実施の形態で説明したものと同一である。

#### 【0314】

次にこのような本実施の形態の動作を説明する。

#### 【0315】

幾何演算手段 230 が、マッピングデータを作成する際に、合成画像となる画像データの座標のピクセルが、どのカメラにも対応していない場合や自車両の映り込みによって死角領域となる場合が存在する。

#### 【0316】

このような場合、幾何演算手段 230 は、自車画像記憶手段 209 に記憶されている自車両のイラストと、死角情報記憶手段 207 に記憶されている死角情報をまず参照する。次に仮想視点から見た際にイラストと死角情報が合成画像のどの場所にあるかを演算する。さらに演算の結果求めたイラストと死角情報を合成画像の上に貼り付ける。

【0317】

このようにすれば、自車両のイラストを合成画像に重ね合わせたり、死角領域を特定の色で塗りつぶす処理が容易に行うことが出来る。

【0318】

なお、本実施の形態のカメラ 201 は本発明の撮影手段の例であり、CCD カメラ、ビデオカメラなど要するに周囲の状況を撮影出来、画像信号を生成出来るものでありさえすればよい。また本実施の形態の表示パターン記憶手段 204、表示パターン設定手段 203、画像合成手段 202、マッピングテーブル 226、視点設定手段 231、幾何演算手段 230、幾何データ記憶手段 229、自車画像記憶手段 209、死角情報記憶手段 207 は本発明の画像変換手段の例であり、本実施の形態の表示手段 205、出力値記憶手段 227、正規化手段 228 は本発明の画像表示手段の例である。

【0319】

(第 10 の実施の形態)

次に第 10 の実施の形態について、図 58、図 59 を用いて説明する。

【0320】

カメラの配置は図 37 のようになっているとする。

【0321】

本実施の形態では、5 台のカメラにより撮影された画像を仮想視点からみた画像に変換した画像を接合する際に、接合部分を必要度を用いずに処理する場合について説明する。

【0322】

図 58 に仮想視点から見た合成画像の例を示す。図 58 (a) は、各カメラから撮影された画像が仮想視点からみた画像の領域にどのように配分されるかを示

した図である。図58(a)では、カメラ1の画像領域240、カメラ2の画像領域241、カメラ3の画像領域242、カメラ4の画像領域243、カメラ5の画像領域244の領域にわかれ、さらに死角領域245がある。このような領域に配分される各画像を実際に単純に合成した場合は、図58(b)のようになる。各画像間の境界で、画像が不連続になっている。

#### 【0323】

図59(a)は各画像間の境界付近をより詳細に説明した図である。各画像間の境界付近には、カメラ1、カメラ4の重なり領域246と、カメラ1、カメラ5の重なり領域247と、カメラ2、カメラ4の重なり領域248と、カメラ3、カメラ5の重なり領域249がある。このような接合部をCG(コンピュータグラフィックス)の分野でよく用いられるようにスムージング処理して、接合部分の不連続が目立たないようにしたのが図59(b)である。ほとんど画像間の接合部分の不連続が目立たなくなっている。

#### 【0324】

接合部分をスムージング処理する際に、スムージングの度合いを重なり領域の位置によって変えるとさらに、接合部をなめらかに接続することが出来る。例えば、図59の(a)で、カメラ3とカメラ5の重なり領域249をスムージング処理する際に、カメラ3、カメラ5の重なり領域249の中央部分はスムージングの度合いを強くし、カメラ3の領域に近づくにつれて、またカメラ5の領域に近づくにつれて、スムージングの度合いを弱くするなどの処理が可能である。

#### 【0325】

このように合成画像の接合部分をスムージング処理することによって、より画質のよい合成画像が得られる。

#### 【0326】

なお、本実施の形態のカメラは図37で示した配置以外の配置でも構わないし、カメラの台数も5台に限らず4台、6台など任意の台数のカメラを用いるもので構わない。要するに、自車両の周囲を十分範囲が広く撮影できるようなカメラの配置と、台数でありさえすればよい。

#### 【0327】

(第 1 1 の実施の形態)

次に第 1 1 の実施の形態について、図 6 0 を用いて説明する。

【 0 3 2 8 】

カメラの配置は図 3 7 のようになっているとする。

【 0 3 2 9 】

本実施の形態では、5 台のカメラにより撮影された画像を仮想視点からみた画像に変換した画像を接合する際に、接合部分を必要度を用いずに処理する場合について説明する。本実施の形態は第 1 0 の実施の形態とは別の方法を提供する。

【 0 3 3 0 】

図 6 0 に本実施の形態の必要度を用いずに接合部分を処理する原理を示す。図 6 0 ではカメラ 1 の仮想視点から見た画像とカメラ 5 の仮想視点から見た画像を合成する場合を示している。それぞれのカメラに対応する画像の必要度はカメラ 1 の画像の必要度 2 4 9、カメラ 5 の画像の必要度 2 5 0 のようになっているとする。

【 0 3 3 1 】

第 7 の実施の形態で説明したように、これらの必要度を用いて画像を合成することが出来るが、ここでは、CG (コンピュータグラフィックス) で公知のディザ方式を用いてカメラ 1 の画像とカメラ 5 の画像を合成する。ディザ方式による画像の合成 2 5 1 は、合成画像のうちカメラ 1 の画像とカメラ 5 の画像の重なり部分の幅  $d_x$ 、高さ  $d_y$  の部分を拡大表示した例である。合成画像の各ピクセルは、カメラ 1 の画像とカメラ 5 の画像のいずれかのピクセルの色で塗りつぶす。ディザ方式による画像の合成 2 5 1 で、白い部分は、カメラ 1 の画像のピクセルの色で塗りつぶす部分で、黒い部分は、カメラ 5 の画像のピクセルの色で塗りつぶす部分であることを示している。カメラ 1 の画像とカメラ 5 の画像の境界周辺は、カメラ 1 の画像のピクセルが寄与する部分とカメラ 5 の画像のピクセルが寄与する部分とが混在している。

【 0 3 3 2 】

このようにすると、カメラ 1、カメラ 5 の画像を混合しないので、合成画像の画質は低下するが、マッピングテーブルのそれぞれのピクセルに対応するマッピ

ングデータが1つで済むためメモリを節約することが出来る。

【0333】

なお、本実施の形態のカメラは図37で示した配置以外の配置でも構わないし、カメラの台数も5台に限らず4台、6台など任意の台数のカメラを用いるもので構わない。要するに、自車両の周囲を十分範囲が広く撮影できるようなカメラの配置と、台数でありさえすればよい。

【0334】

さらに、第1～11の各実施の形態でカメラを車両に搭載した場合を説明したが、これに限らず、店舗、住居、ショールームなどにカメラを設置してもよい。要するに監視が必要なものにカメラを設置しさえすればよい。

【0335】

さらに本発明の監視装置または監視方法の各手段または各工程のいずれかの機能の、全部または一部を専用のハードウェアを用いて実現しても構わないし、コンピュータのプログラムによってソフトウェア的に実現しても構わない。

【0336】

さらに本発明の監視装置または監視方法の各手段または各工程のいずれかの機能の、全部または一部をコンピュータに実行させるためのプログラムを格納していることを特徴とするプログラム記録媒体も本発明に属する。

【0337】

【発明の効果】

以上説明したところから明らかなように、合成画像の画質が良好であり、使用者が周囲の状況をより容易に把握できる監視装置、監視方法及びプログラム記録媒体を提供する事が出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本先願の監視装置の基本構成例を示したブロック図

【図2】

本先願の監視装置の構成例を示したブロック図

【図3】

本先願の監視装置の構成例を示したブロック図

【図 4】

本先願の監視装置の構成例を示したブロック図

【図 5】

本先願の監視装置の構成例を示したブロック図

【図 6】

本先願の図 1 ～図 5 を統合した監視装置を示したブロック図

【図 7】

本先願の車両へのカメラの取り付け例を示した概念図

【図 8】

本先願のカメラで撮影された画像を含む平面に設定した U - V 座標系の点と、  
3 次元空間座標系の点との対応づけの関係を表した概念図

【図 9】

本先願のカメラパラメータテーブル 103 に格納されているデータを表形式で示した図

【図 1 0】

本先願の温度補正テーブル 111 の例を表形式で示した図

【図 1 1】

本先願の温度補正テーブルを用いて書き換えられたカメラパラメータテーブル 103 の例を表形式で示した図

【図 1 2】

本先願の空間データを格納する空間データバッファ 105 の記述例を表の形式で示した図

【図 1 3】

本先願の路面上の特徴点と車両との位置関係を上部からみた概念図

【図 1 4】

本先願の図 1 3 の車載カメラ 1 で前記特徴点を含む路面を撮影した画像を表す概念図

【図 1 5】

本先願の図13の車載カメラ2で前記特徴点を含む路面を撮影した画像を表す概念図

【図16】

本先願の路面上の特徴点A, B, Cと車両との位置関係を上部から見た概念図

【図17】

本先願の図16の車載カメラ1で前記特徴点A, Bを含む路面を撮影した画像を表す概念図

【図18】

本先願の図16の車載カメラ2で前記特徴点B, Cを含む路面を撮影した画像を表す概念図

【図19】

本先願の図16の車載カメラ1および車載カメラ2で撮影した画像を用い、本発明による視点変換手段106によって仮想カメラから見た画像を合成した様子を表す概念図

【図20】

本先願の仮想カメラの設置場所の例として、車両のほぼ中心の上方にカメラを下向きに設置した場合を示した概念図

【図21】

(a) 本先願の特徴点生成手段109としてのパターン光照射装置を車体側面上部に取付けた様子を示す概念図

(b) 本先願のパターン光照射装置を車体上部に数箇所取り付けて、路面にパターン光を照射した状態を車両上部から見た様子を示す概念図

(c) 本先願の路面に照射された長方形のパターン光をカメラから撮影した様子を示す概念図

【図22】

本先願のキャリブレーション手段102において、温度によってカメラパラメータテーブル103の更新処理を行う手順を示すフローチャート

【図23】

本先願の空間データ変換手段114における処理の手順を示すフローチャート

【図 24】

本先願の空間データ変換手段114 の説明の補助に用いる概念図

【図 25】

本先願の補正履歴の記録を確認し、必要に応じて補正指示を出す処理の手順を示すフローチャート

【図 26】

本先願による監視装置の全体の処理の流れを示すフローチャート

【図 27】

従来例の監視装置の構成例を示したブロック図

【図 28】

本発明の第 1 の実施の形態における監視装置の構成を示すブロック図

【図 29】

本発明の第 2 の実施の形態における監視装置の構成を示すブロック図

【図 30】

本発明の第 3 の実施の形態における監視装置の構成を示すブロック図

【図 31】

本発明の第 4 の実施の形態における監視装置の構成を示すブロック図

【図 32】

本発明の第 5 の実施の形態における監視装置の構成を示すブロック図

【図 33】

本発明の第 6 の実施の形態における監視装置の構成を示すブロック図

【図 34】

本発明の第 7 の実施の形態における監視装置の構成を示すブロック図

【図 35】

本発明の第 8 の実施の形態における監視装置の構成を示すブロック図

【図 36】

本発明の第 9 の実施の形態における監視装置の構成を示すブロック図

【図 37】

本発明の第 1 ～ 9 の実施の形態における車載カメラの設置例を示す図



【図 3 8】

本発明の第 1 の実施の形態における仮想視点と実カメラの概念を説明する図

【図 3 9】

本発明の第 1 の実施の形態における 5 台のカメラで撮影された画像の例を示す図

【図 4 0】

本発明の第 1 の実施の形態における自車両の頭上に位置する仮想視点から見た合成画像の例を示す図

【図 4 1】

本発明の第 1 の実施の形態における仮想視点からの画像を合成する処理の流れにおいて、5 台の車載カメラから入力された画像の例を示す図

【図 4 2】

本発明の第 1 の実施の形態における仮想視点からの画像を合成する処理の流れにおいて、5 台の車載カメラから入力された画像を仮想視点から見た画像に変換した例を示す図

【図 4 3】

本発明の第 1 の実施の形態における仮想視点からの画像を合成する処理の流れにおいて、5 台の車載カメラから入力された画像のそれぞれの必要度の例を示す図

【図 4 4】

本発明の第 1 の実施の形態における仮想視点からの画像を合成する処理の流れにおいて、仮想視点から見たそれぞれの画像を一枚の画像に合成し、死角領域を塗りつぶした例を示す図

【図 4 5】

本発明の第 1 の実施の形態における仮想視点からの画像を合成する処理の流れにおいて、仮想視点から見た画像に合成した後、自車両を示すイラスト画像を張り付けた例を示す図。

【図 4 6】

本発明の第 2 の実施の形態における 5 台の車載カメラから入力された画像とそ

の死角領域を示す図。

【図 4 7】

(a) 本発明の第 2 の実施の形態における仮想視点から見た合成画像に死角領域が表示されている例を示す図

(b) 本発明の第 2 の実施の形態における仮想視点からみた合成画像から死角を作る車体の部分を塗りつぶすことにより見やすさを改善した例を示す図

(c) 本発明の第 3 の実施の形態における仮想視点からみた合成画像に自車両のイラストを張り付けた例を示す図

【図 4 8】

(a) 本発明の第 4 の実施の形態における表示パターンと表示パターン例のうち表示パターン例 1 を説明する図

(b) 本発明の第 4 の実施の形態における表示パターンと表示パターン例のうち表示パターン例 2 を説明する図

(c) 本発明の第 4 の実施の形態における表示パターンと表示パターン例のうち表示パターン例 3 を説明する図

【図 4 9】

(a) 本発明の第 4 の実施の形態における表示パターン例 1 に従った合成画像の表示例を示す図

(b) 本発明の第 4 の実施の形態における表示パターン例 1 に従った表示において上下、左右を反転して表示した例を示す図

【図 5 0】

(a) 本発明の第 4 の実施の形態における表示パターン例 3 に従った合成画像の表示例を示す図

(b) 本発明の第 4 の実施の形態における表示パターン例 3 に従った合成画像の表示例において、左右の画像をドアミラーをみているように左右を反転して表示した例を示す図

【図 5 1】

(a) 本発明の第 5 の実施の形態における物体検出手段が物体を検出した際、表示手段 205 で表示されている画面の変化の状況を示す説明において画面が変

化する前の例を示す図

(b) 本発明の第 5 の実施の形態における物体検出手段が物体を検出した際、表示手段 2 0 5 で表示されている画面の変化の状況を示す説明において画面が変化した後の例を示す図

【図 5 2】

本発明の第 6 の実施の形態におけるフィルタリング処理とフィルタリングのパラメータの例を示す図

【図 5 3】

(a) 本発明の第 6 の実施の形態におけるフィルタリング手段での処理の説明において、ぼかし処理を行う前の合成画像の表示例を示す図

(b) 本発明の第 6 の実施の形態におけるフィルタリング手段での処理の説明において、ぼかし処理をおこなった後の合成画像の表示例を示す図

【図 5 4】

(a) 本発明の第 6 の実施の形態におけるフィルタリング手段での処理の説明において、領域を限定したぼかし処理を行う前の合成画像の表示例を示す図

(b) 本発明の第 6 の実施の形態におけるフィルタリング手段での処理の説明において、ぼかし処理を施す領域と施さない領域を説明した図

(c) 本発明の第 6 の実施の形態におけるフィルタリング手段での処理の説明において、領域を限定したぼかし処理を行った後の合成画像の表示例を示す図

【図 5 5】

本発明の第 6 の実施の形態における輝度補正手段での処理の説明において、輝度補正データと輝度補正処理の方法を説明する図

【図 5 6】

(a) 本発明の第 6 の実施の形態における輝度補正手段での処理の説明において、輝度補正前の合成画像の表示例を示す図

(b) 本発明の第 6 の実施の形態における輝度補正手段での処理の説明において、輝度補正後の合成画像の表示例を示す図

【図 5 7】

(a) 本発明の第 7 の実施の形態におけるマッピングテーブルとマッピングデ

一タを説明する図

(b) 本発明の第 7 の実施の形態における必要度を説明する図

【図 5 8】

(a) 本発明の第 1 0 の実施の形態における接合部分でぼかし処理をしない場合の合成画像の領域を示す図

(b) 本発明の第 1 0 の実施の形態における接合部分でぼかし処理をしない場合の合成画像の表示例を示す図

【図 5 9】

(a) 本発明の第 1 0 の実施の形態における接合部分の詳細を示す図

(b) 本発明の第 1 0 の実施の形態における接合部分でぼかし処理を施した後の合成画像の表示例を示す図

【図 6 0】 本発明の第 1 1 の実施の形態におけるディザ方式を用いて接合部分を合成する処理を説明する図。

【図 6 1】

(a) 本発明の第 5 の実施の形態におけるカメラの配置を説明する図

(b) 本発明の第 5 の実施の形態におけるパノラマ用カメラ 2 から撮影された画像の例を示す図

(c) 本発明の第 5 の実施の形態におけるパノラマ用カメラ 1 から撮影された画像の例を示す図

【図 6 2】

(a) 本発明の第 5 の実施の形態におけるパノラマ合成の例を示す図

(b) 本発明の第 5 の実施の形態におけるパノラマ用画像を自車両の上方に位置する仮想視点から見た合成画像の例を示す図

(c) 本発明の第 5 の実施の形態におけるパノラマ用カメラ及びドアミラーカメラからの撮影画像を自車両の上方に位置する仮想視点から見た画像に合成した合成画像を示す図。

【図 6 3】 本発明の第 5 の実施の形態における警告表示の表示例を示す図

【符号の説明】

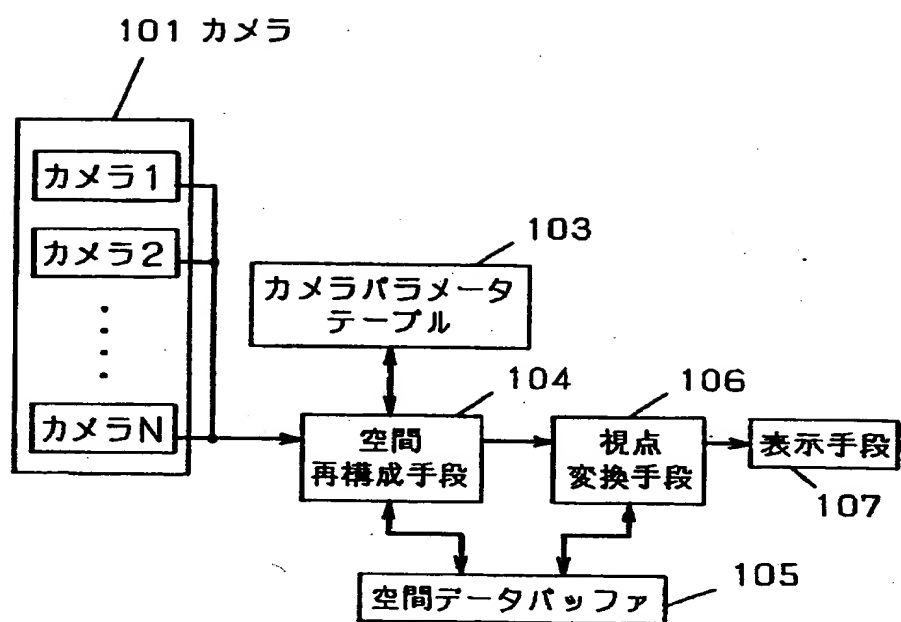
1 0 1 カメラ

- 102 キャリブレーション手段
- 103 カメラパラメータテーブル
- 104 空間再構成手段
- 105 空間データバッファ
- 106 視点変換手段
- 107 表示手段
- 108 特徴点抽出手段
- 109 特徴点生成手段
- 110 温度センサ
- 111 温度補正テーブル
- 112 移動方向検出手段
- 113 移動距離検出手段
- 114 空間データ変換手段
- 115 補正履歴記録手段
- 116 カメラ補正指示手段
- 201 カメラ
- 202 画像合成手段
- 203 表示パターン設定手段
- 204 表示パターン記憶手段
- 205 表示手段
- 206 死角情報表示手段
- 207 死角情報記憶手段
- 208 自車画像表示手段
- 209 自車画像記憶手段
- 210 表示モード設定手段
- 211 領域選択手段
- 213 表示変更信号発生手段
- 214 モニタリング手段
- 215 音声認識手段

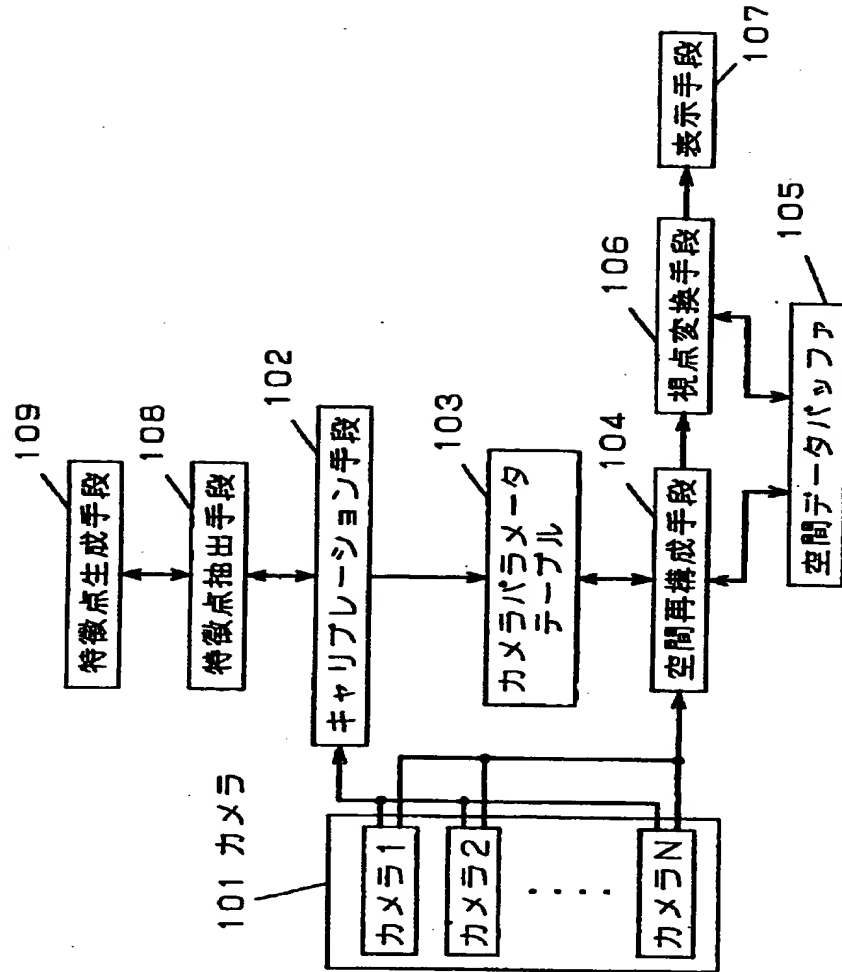
- 2 1 6 物体検出手段
- 2 1 7 運転操作検出手段
- 2 1 8 画像処理手段
- 2 1 9 フィルタリング手段
- 2 2 0 輝度補正手段
- 2 2 1 フィルタリング情報記憶手段
- 2 2 2 輝度補正データ記憶手段
- 2 2 3 出力演算手段
- 2 2 4 マッピングデータ検索手段
- 2 2 5 出力初期化手段
- 2 2 6 マッピングテーブル
- 2 2 7 出力値記憶手段
- 2 2 8 正規化手段
- 2 2 9 幾何データ記憶手段
- 2 3 0 幾何演算手段
- 2 3 1 視点設定手段

【書類名】 図面

【図 1】

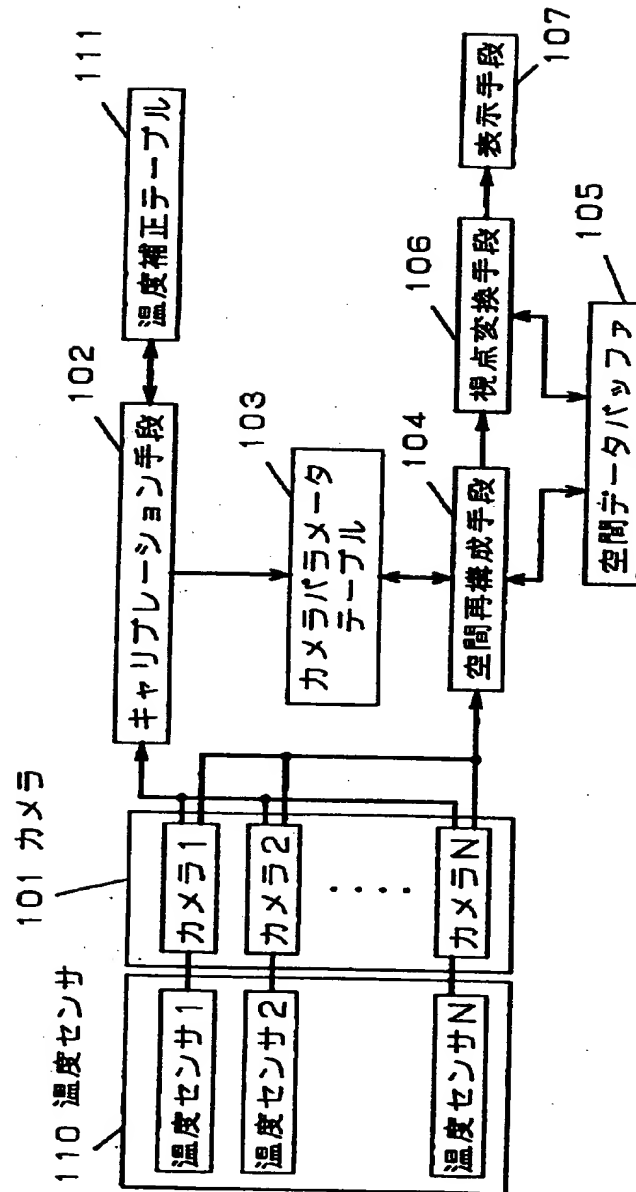


【図 2】

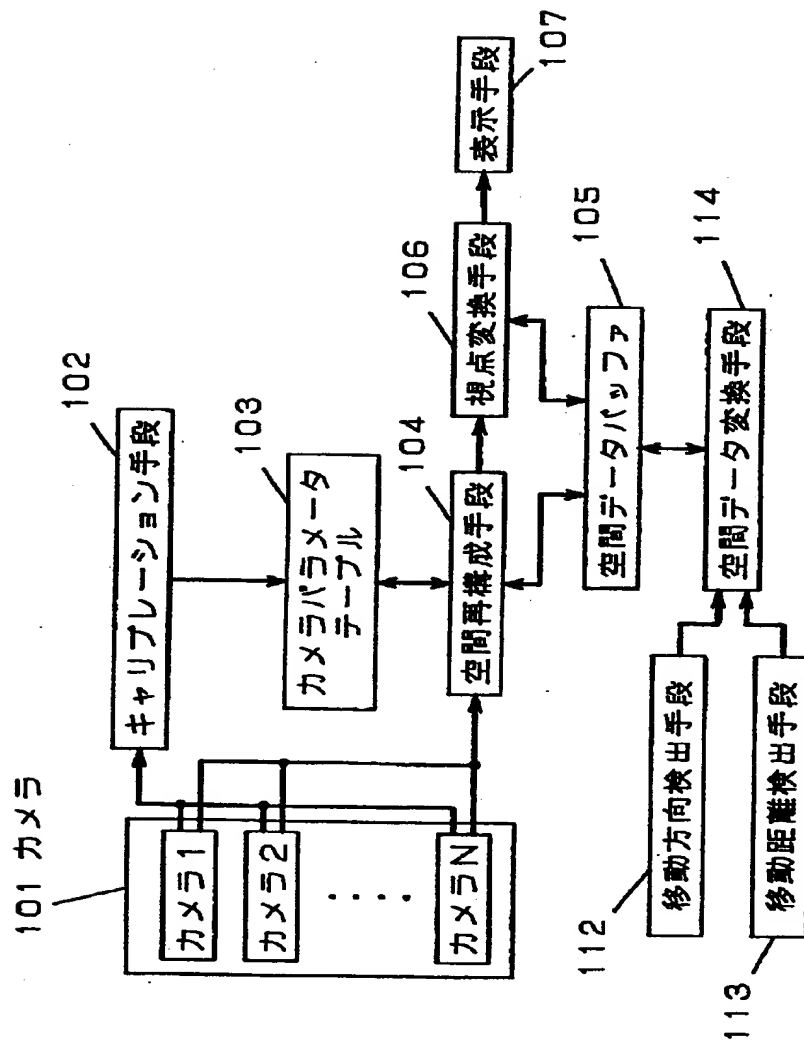




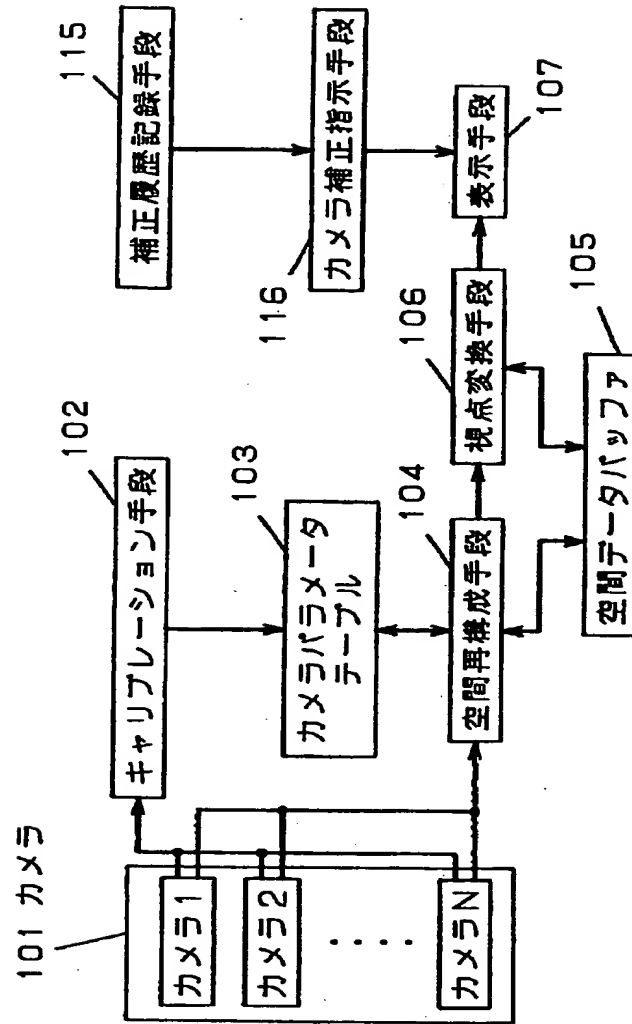
【図3】



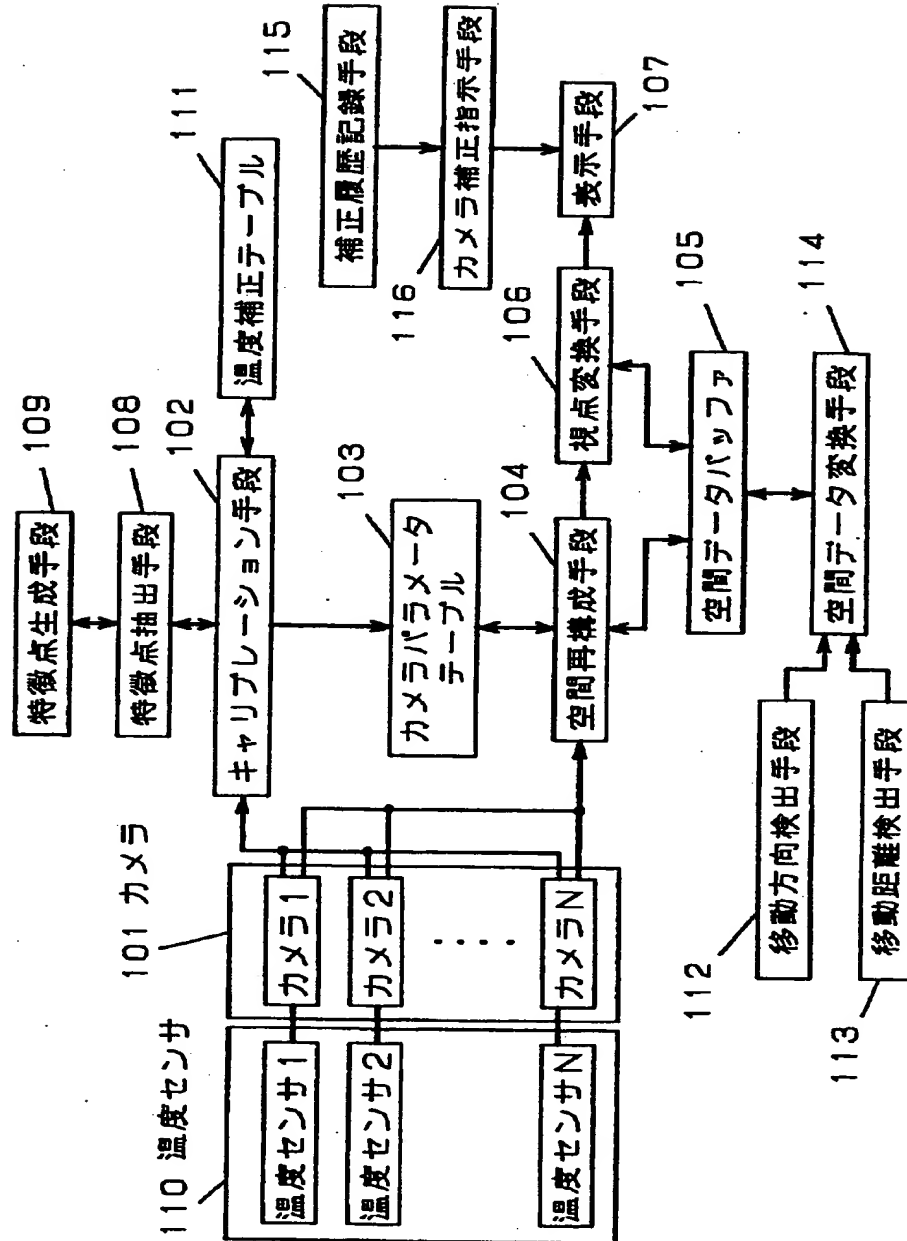
【図4】



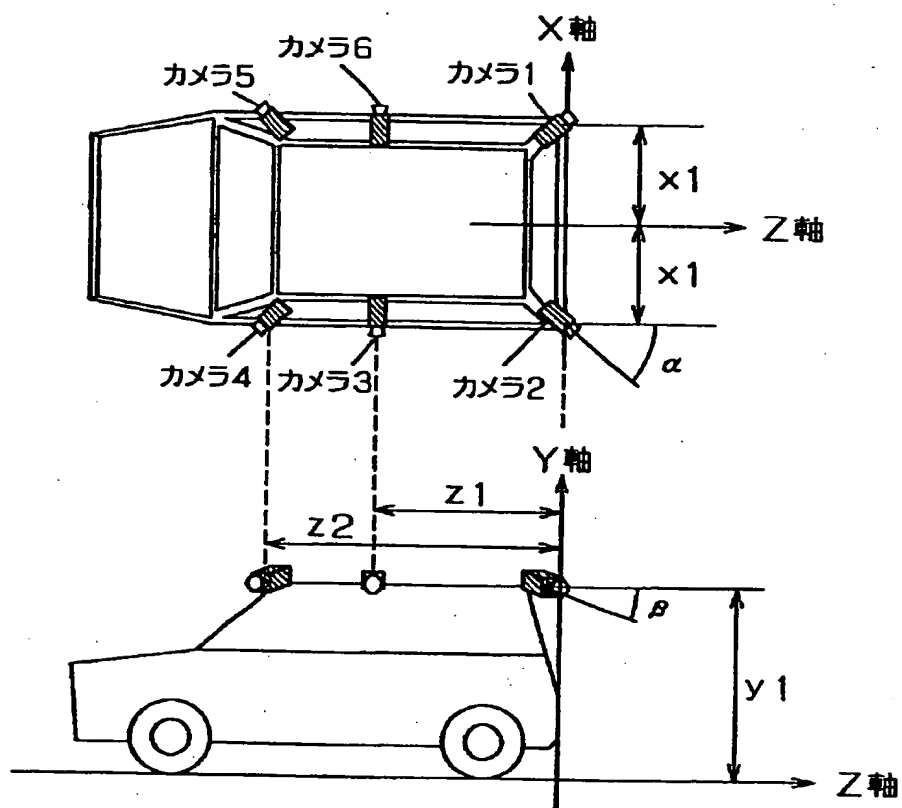
【図 5】



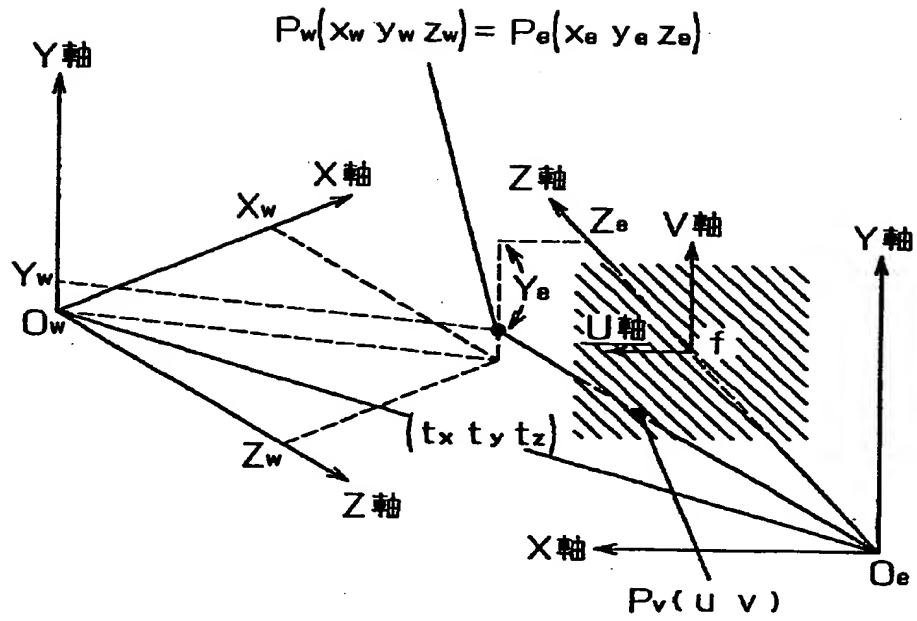
【図 6】



【図 7】



【图 8】



【図9】

カメラ 番号	X座標	Y座標	Z座標	角度 $\alpha$ (度)	角度 $\beta$ (度)	焦点距離	歪み $\kappa_1$	歪み $\kappa_2$
カメラ1	x1	y1	0	45	-30	f1	0	0
カメラ2	-x1	y1	0	-45	-30	f2	0	0
カメラ3	-x1	y1	z1	-90	-30	f3	0	0
カメラ4	-x1	y1	z1	-135	-30	f4	0	0
カメラ5	x1	y1	z2	135	-30	f5	0	0
カメラ6	x1	y1	z2	90	-30	f6	0	0
仮想カメラ	0	y1	0	0	-20	f	0	0

【図 10】

温度範囲 (℃)	焦点距離 補正值	歪み $\kappa 1$ 補正值	歪み $\kappa 2$ 補正值
0度以下	df1	$\kappa 11$	$\kappa 21$
40度以上	df2	$\kappa 12$	$\kappa 22$



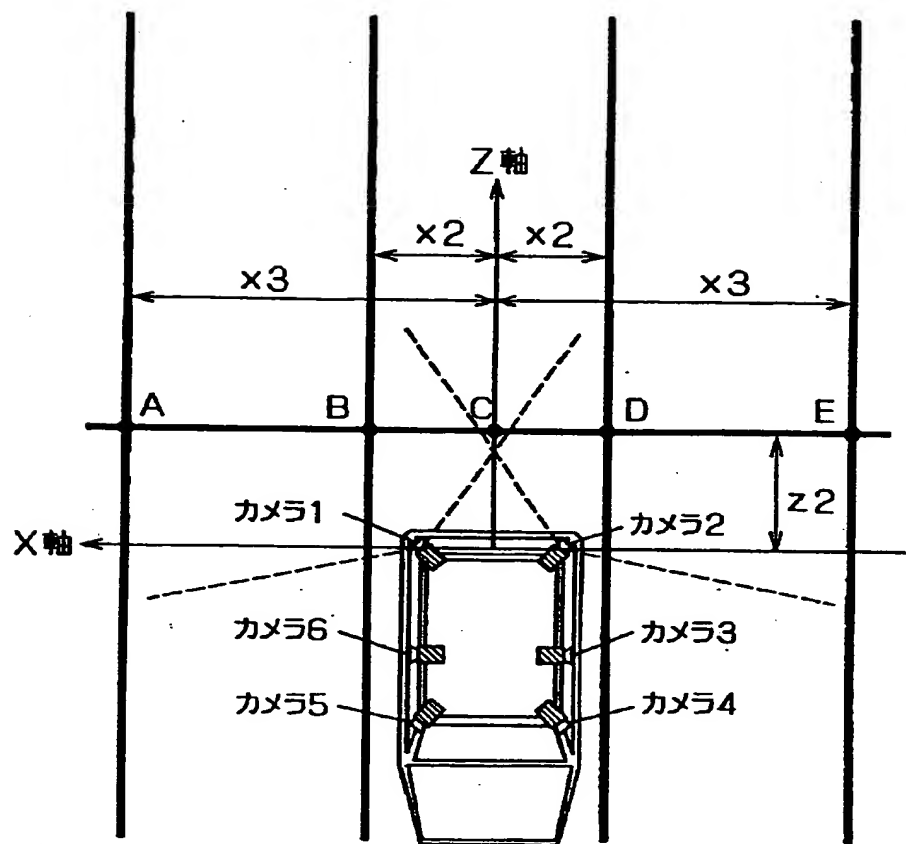
【図 11】

カメラ 番号	X座標	Y座標	Z座標	角度 $\alpha$ (度)	角度 $\beta$ (度)	焦点距離	歪み $\kappa_1$	歪み $\kappa_2$
カメラ1	x1	y1	0	45	-30	f1+df1	$\kappa_1$	$\kappa_2$
カメラ2	-x1	y1	0	-45	-30	f2+df1	$\kappa_1$	$\kappa_2$
カメラ3	-x1	y1	z1	-90	-30	f3	0	0
カメラ4	-x1	y1	z1	-135	-30	f4	0	0
カメラ5	x1	y1	z2	135	-30	f5	0	0
カメラ6	x1	y1	z2	90	-30	f6	0	0

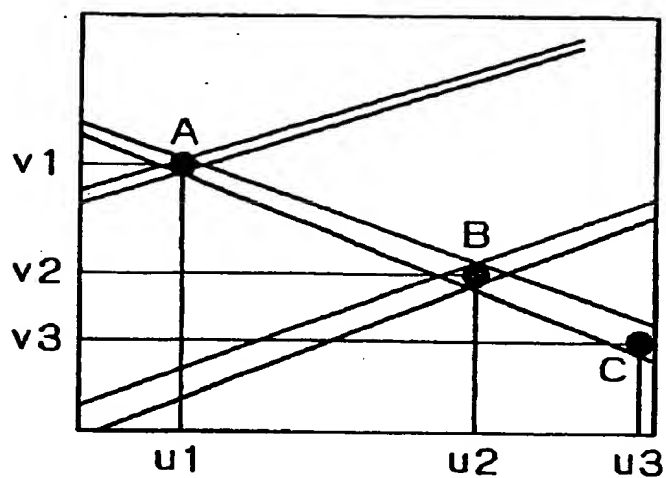
【図 12】

データ 番号	X座標	Y座標	Z座標	カメラ 番号	U座標	V座標	R	G	B	時刻
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	
A	x3	0	z2	カメラ1	u1	v1	80	80	80	t1
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	
B	x2	0	z2	カメラ1	u2	v2	110	110	110	t1
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	
C1	0	0	z2	カメラ1	u3	v3	140	140	140	t1
C2	0	0	z2	カメラ2	u4	v4	150	150	150	t1
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	
D	-x2	0	z2	カメラ2	u5	v5	120	120	120	t1
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	
E	-x3	0	z2	カメラ2	u6	v6	90	90	90	t1t1
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	

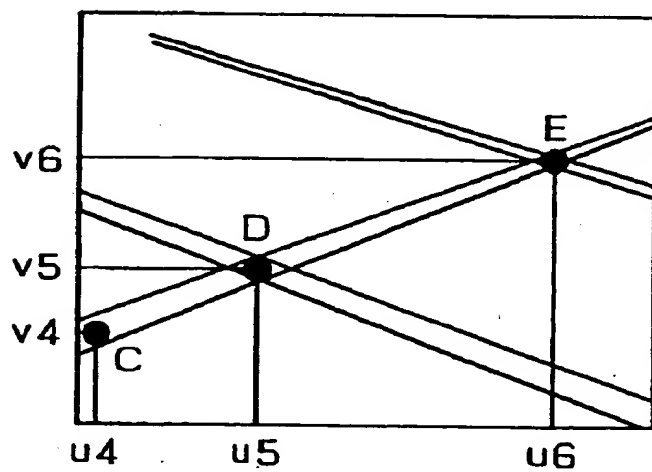
【図 13】



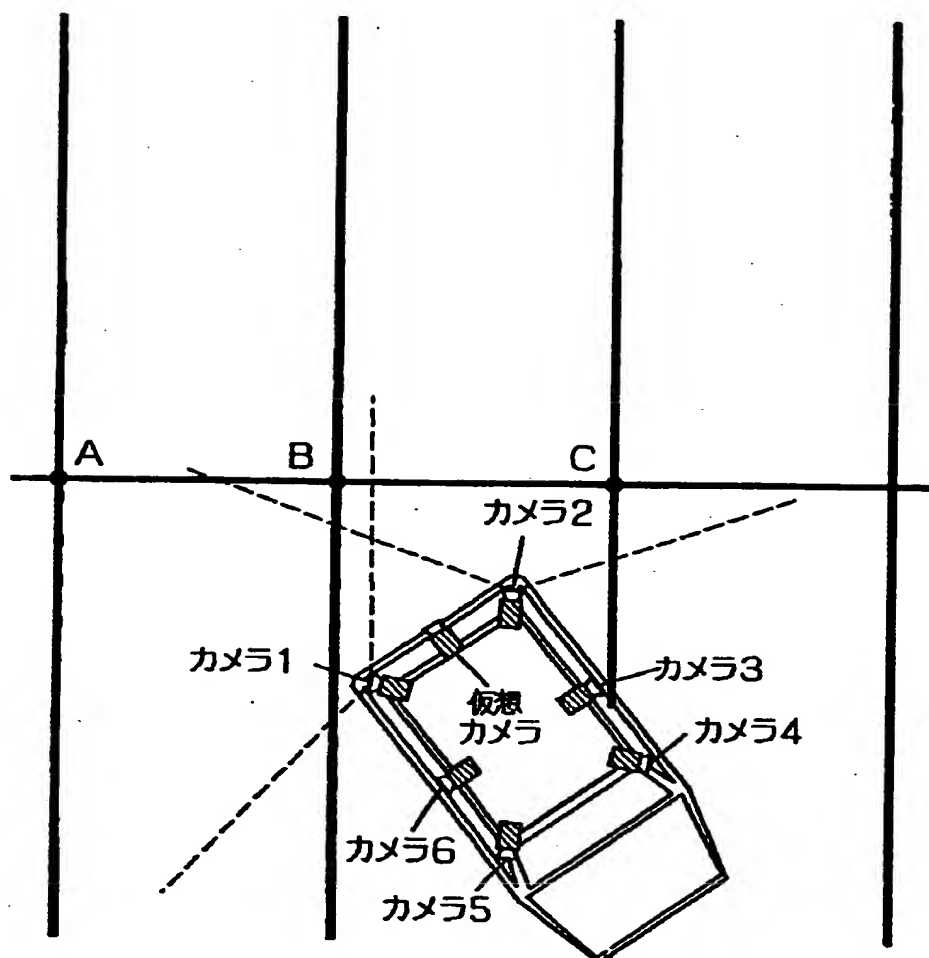
【図 14】



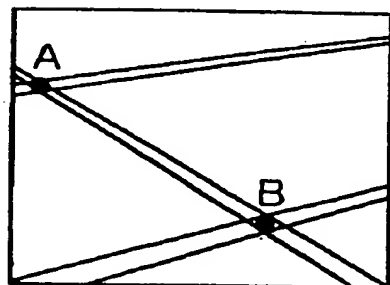
【図 15】



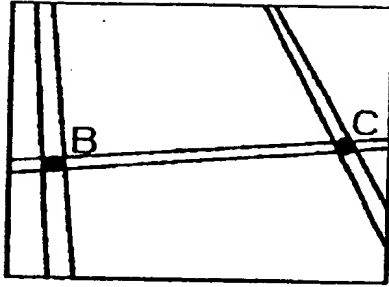
【図 16】



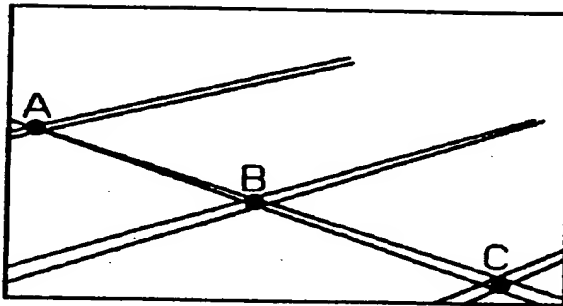
【図 17】



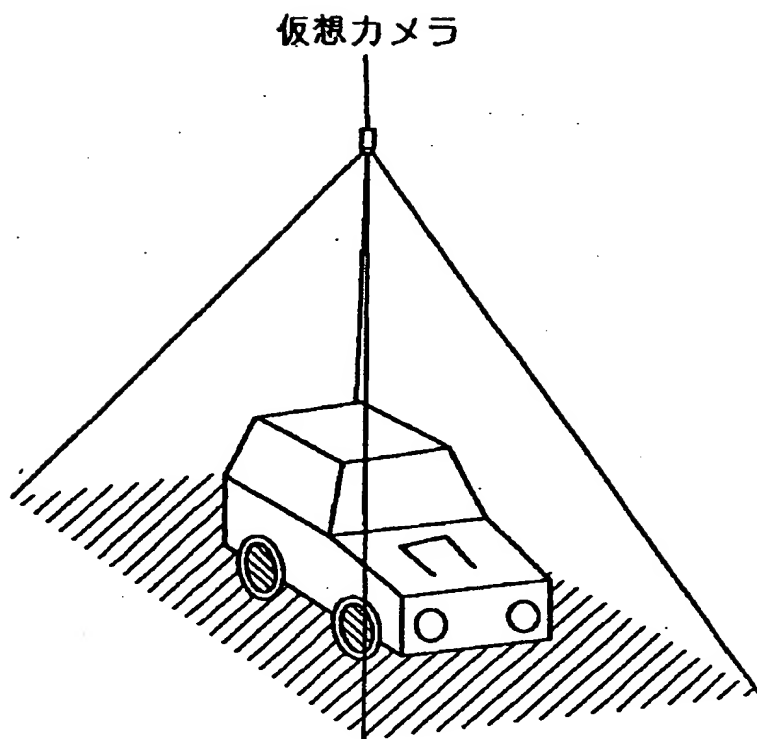
【図 18】



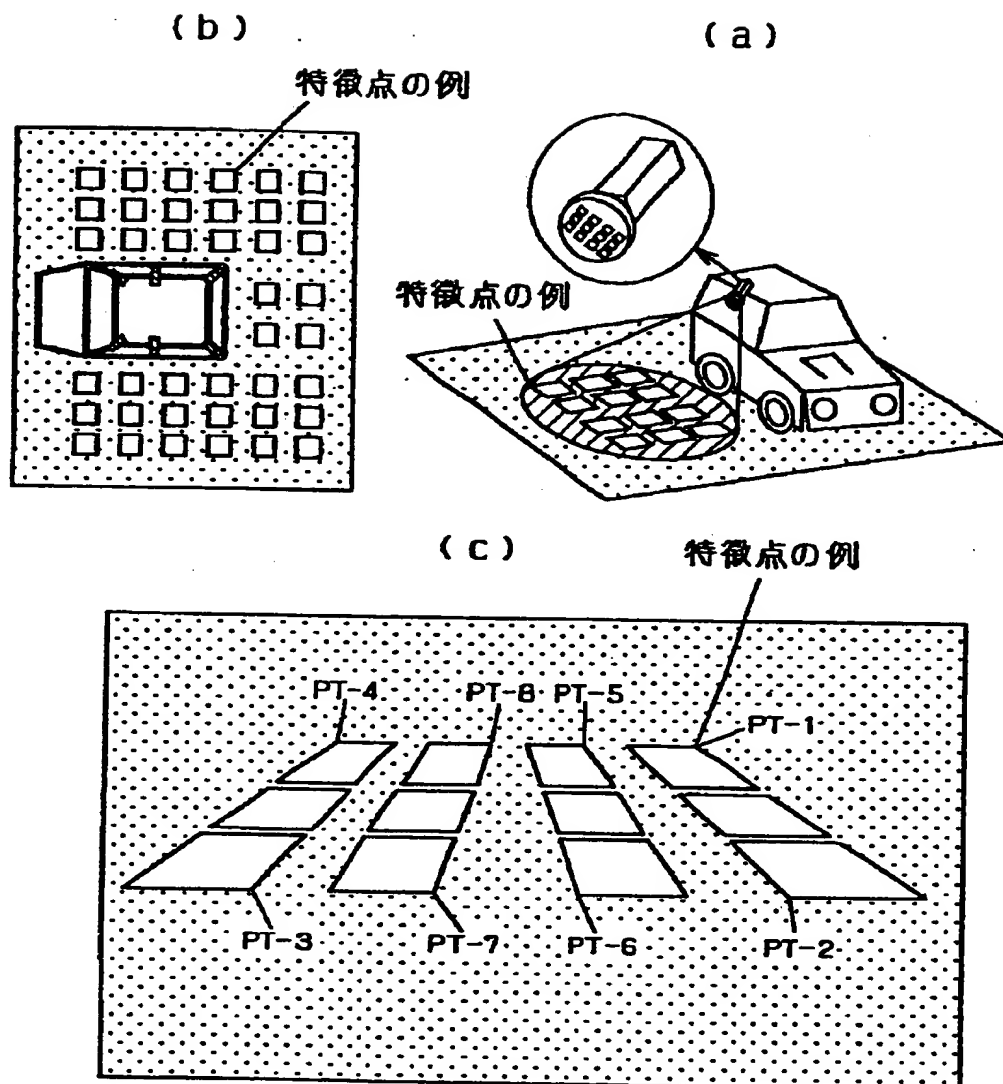
【図 19】



【図 20】

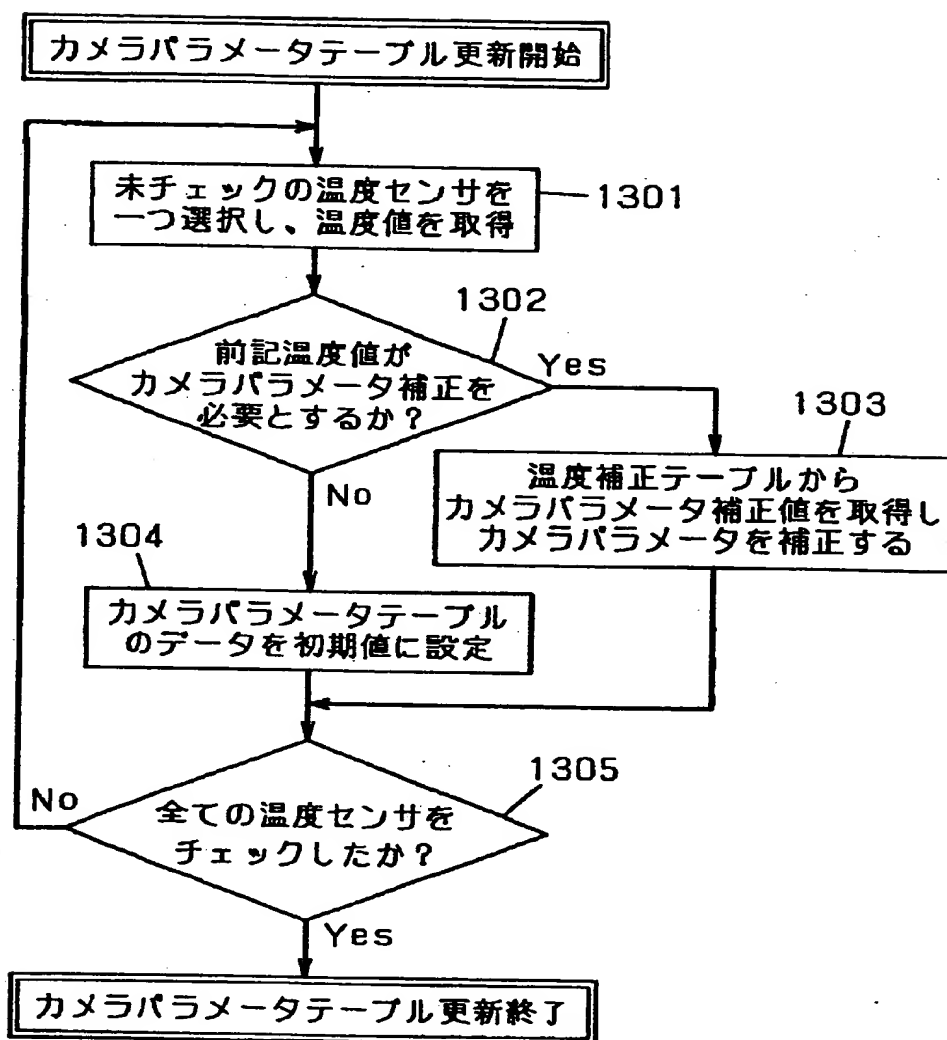


【図21】

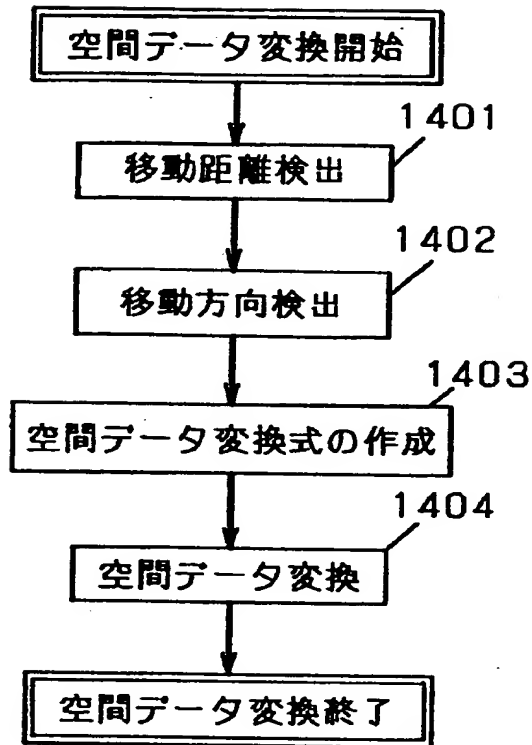




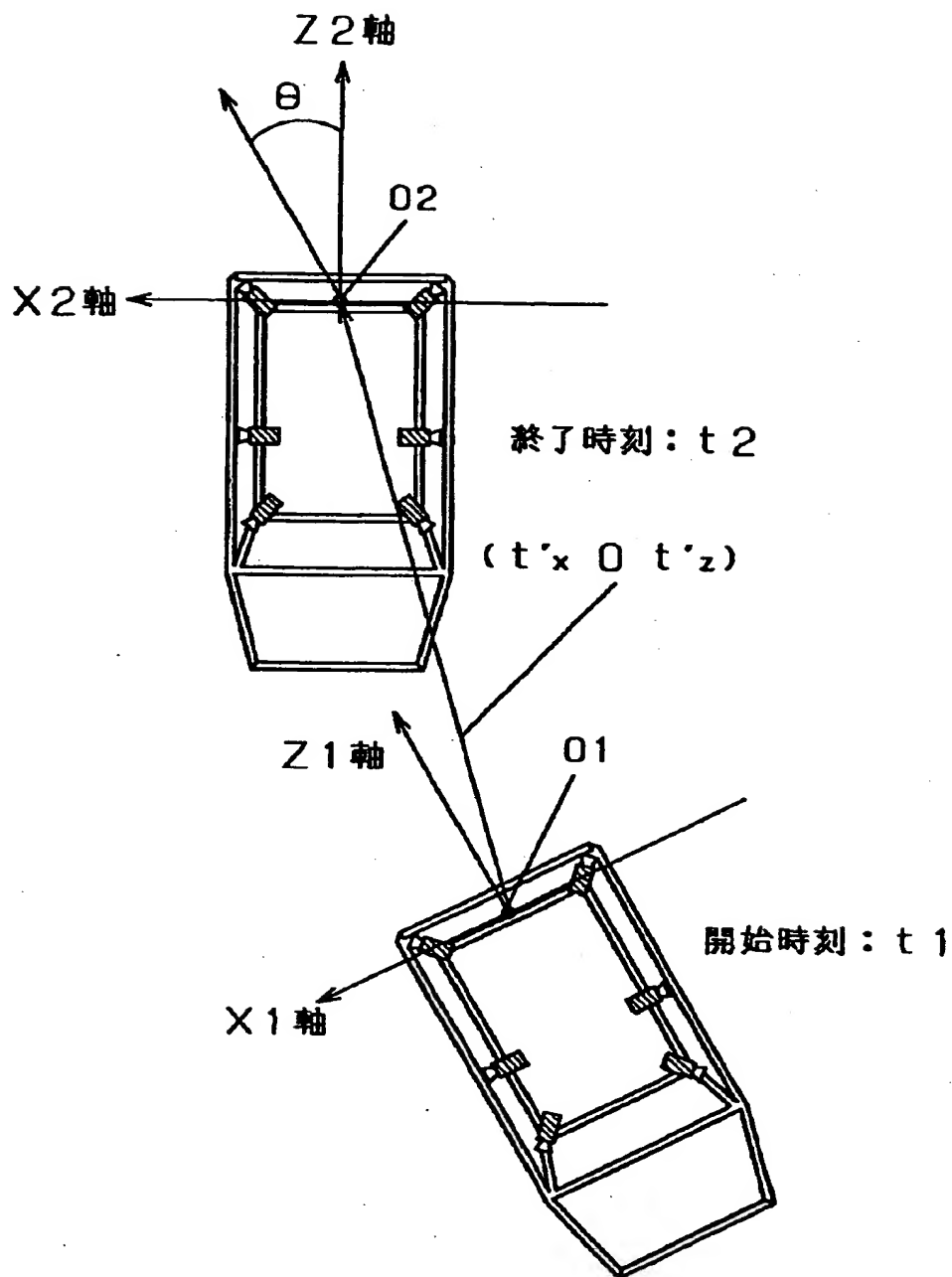
【図 2 2】



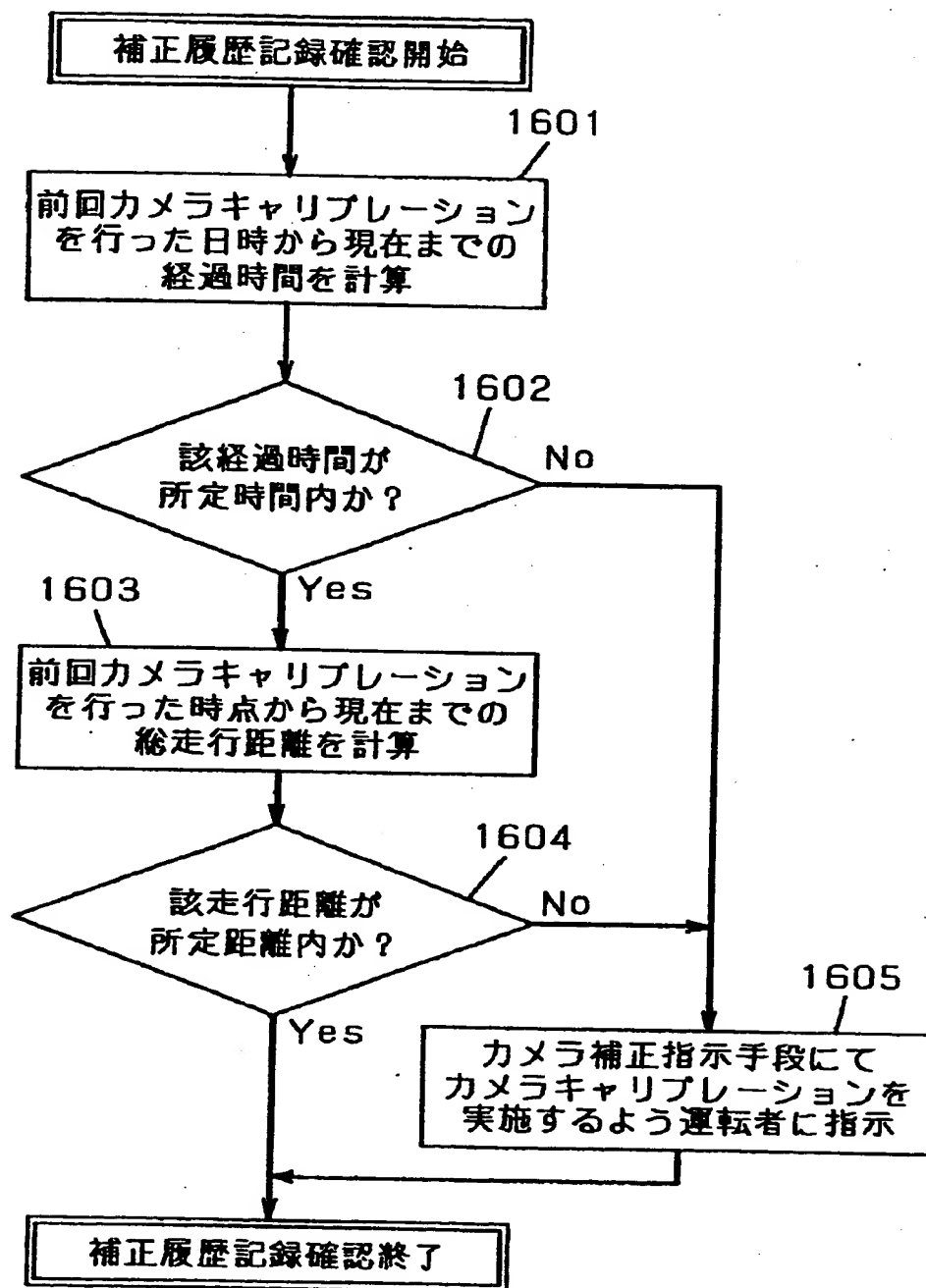
【図 23】



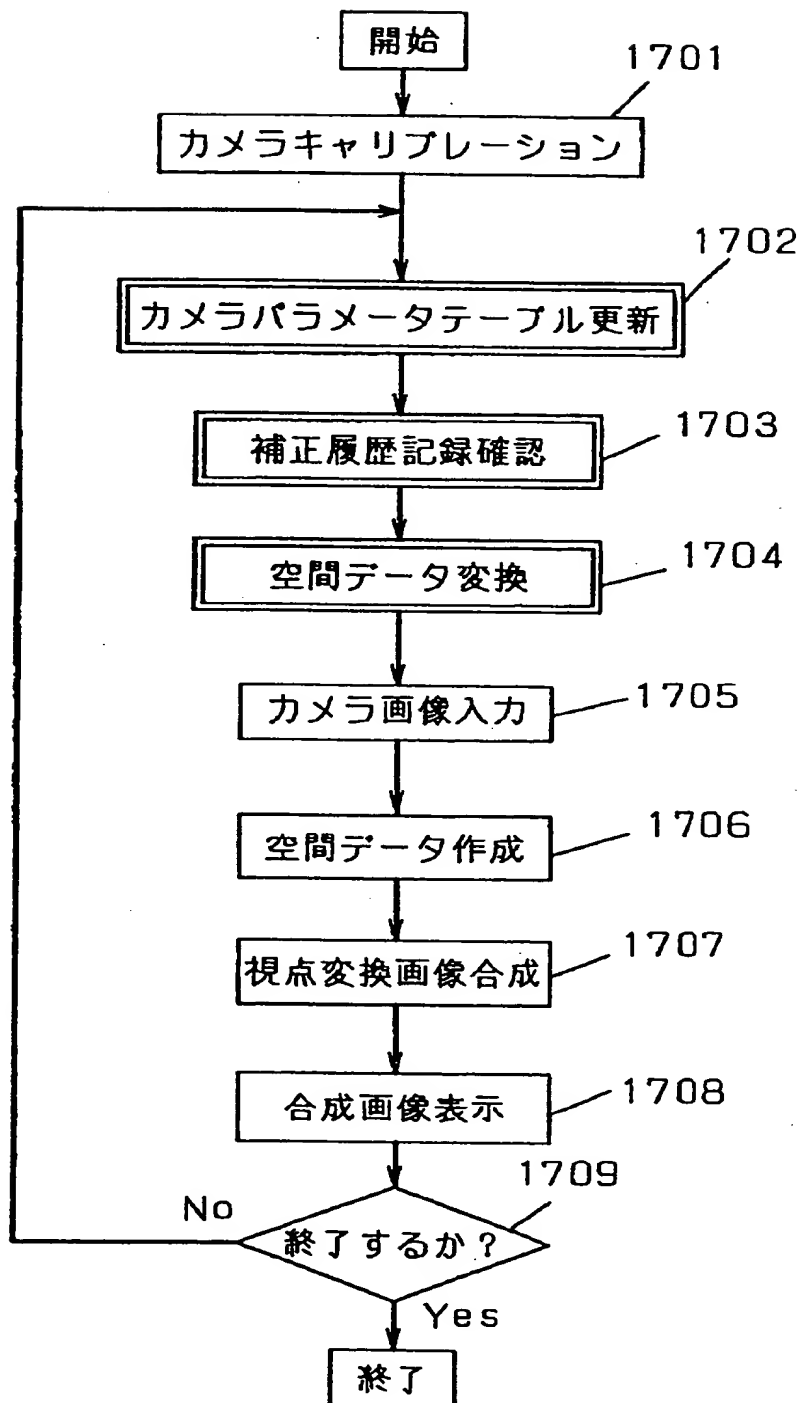
【図 24】



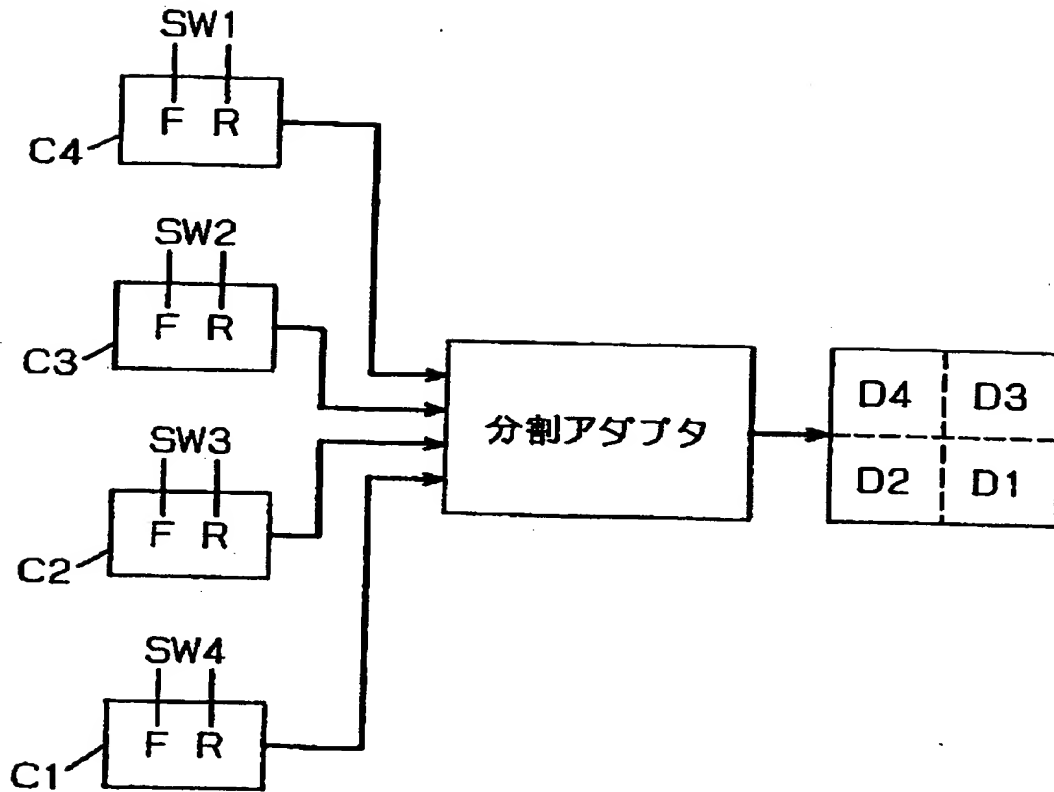
【図 25】



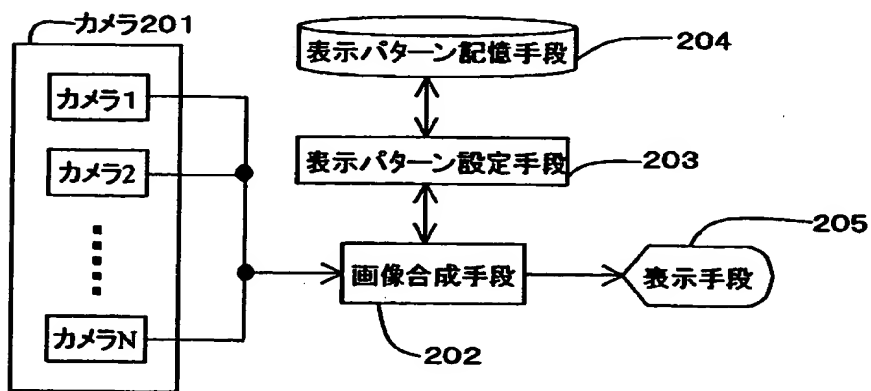
【図 26】



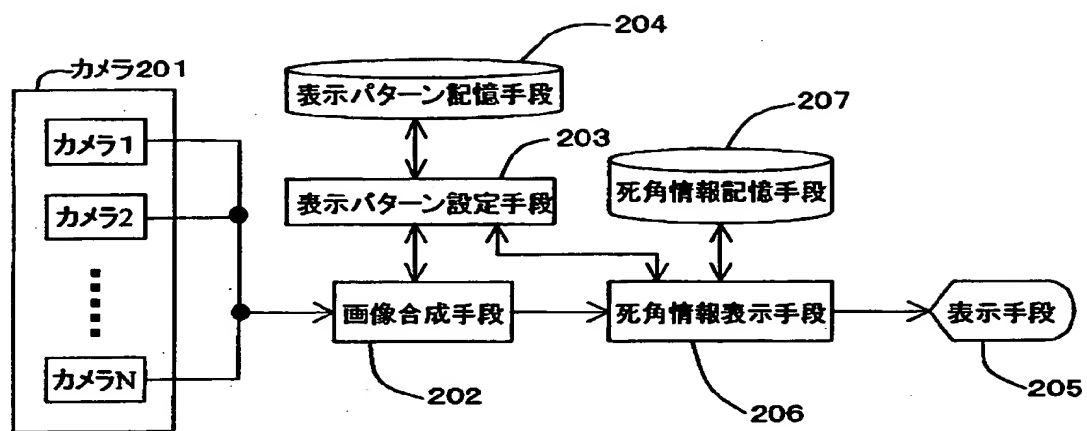
【図 27】



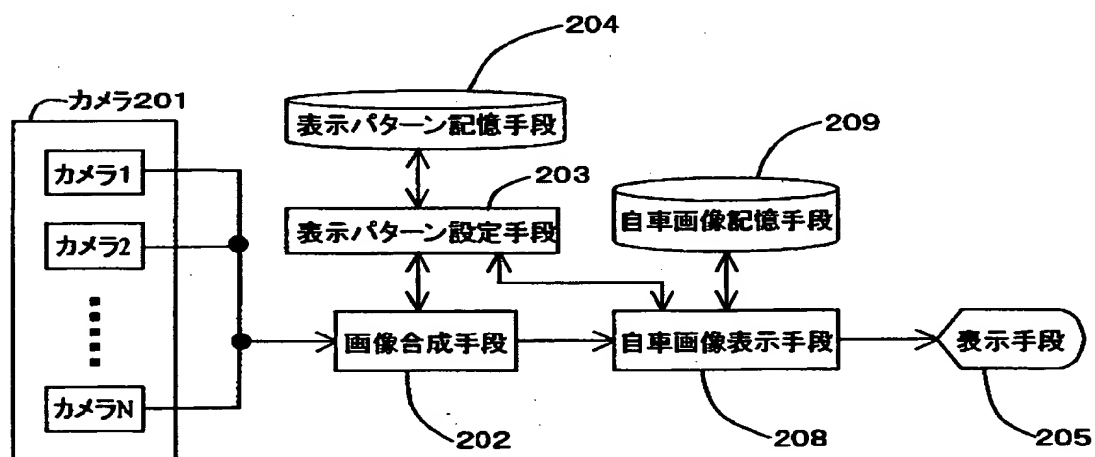
【図 28】



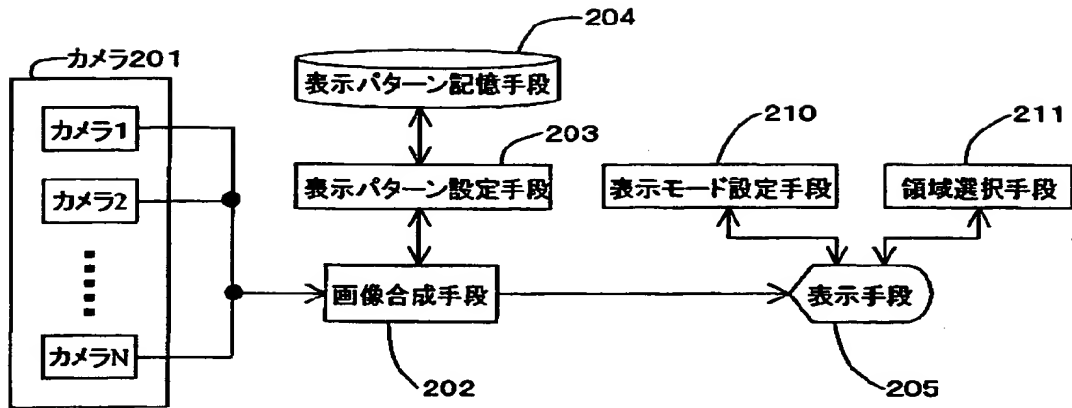
【図 29】



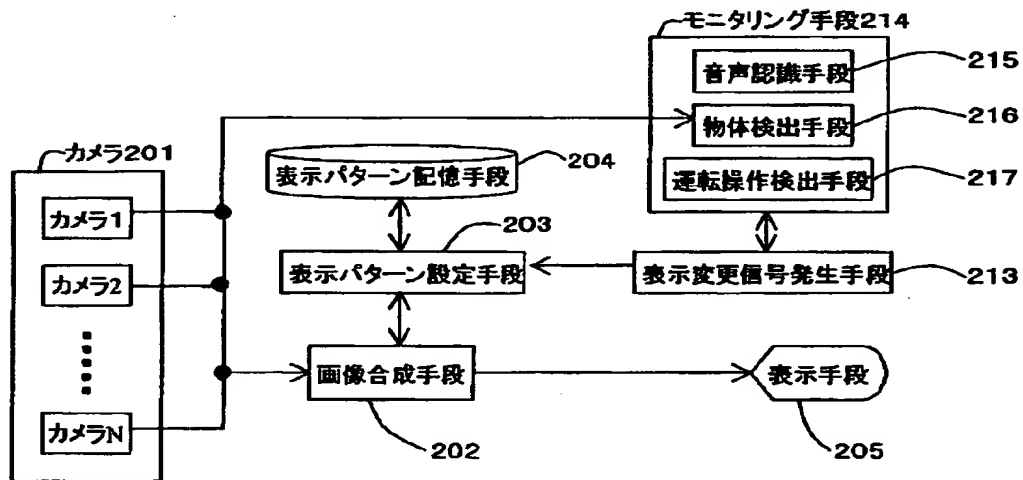
【図 30】



【図 3 1】

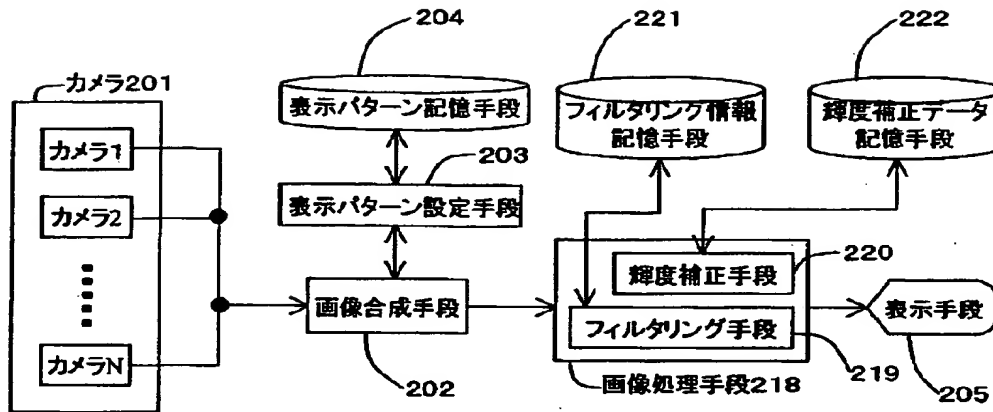


【図 3 2】

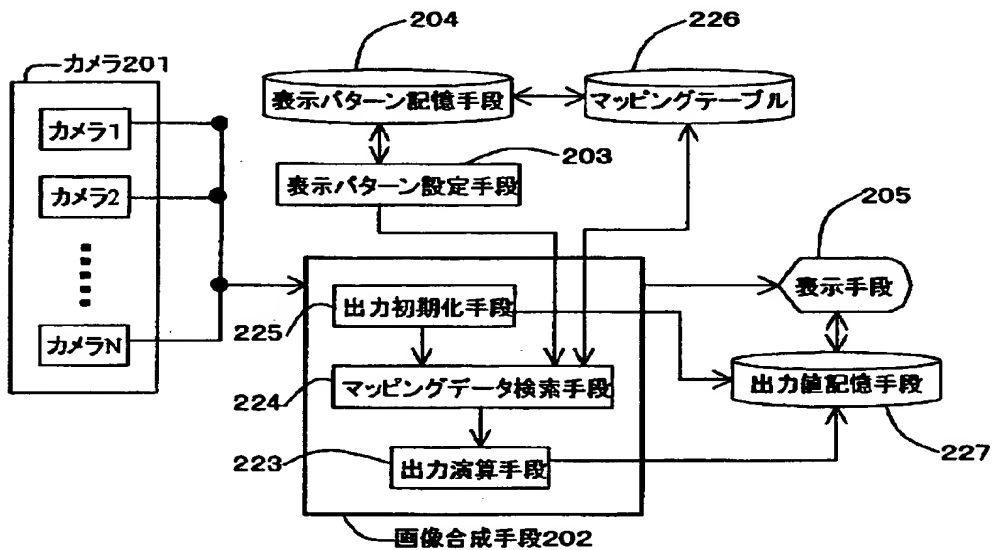




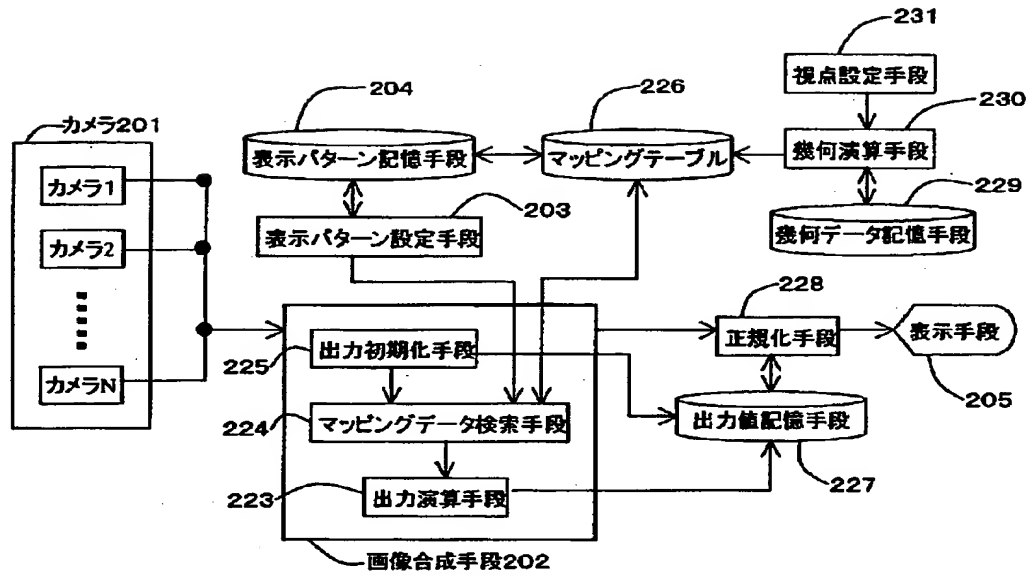
【図 3 3】



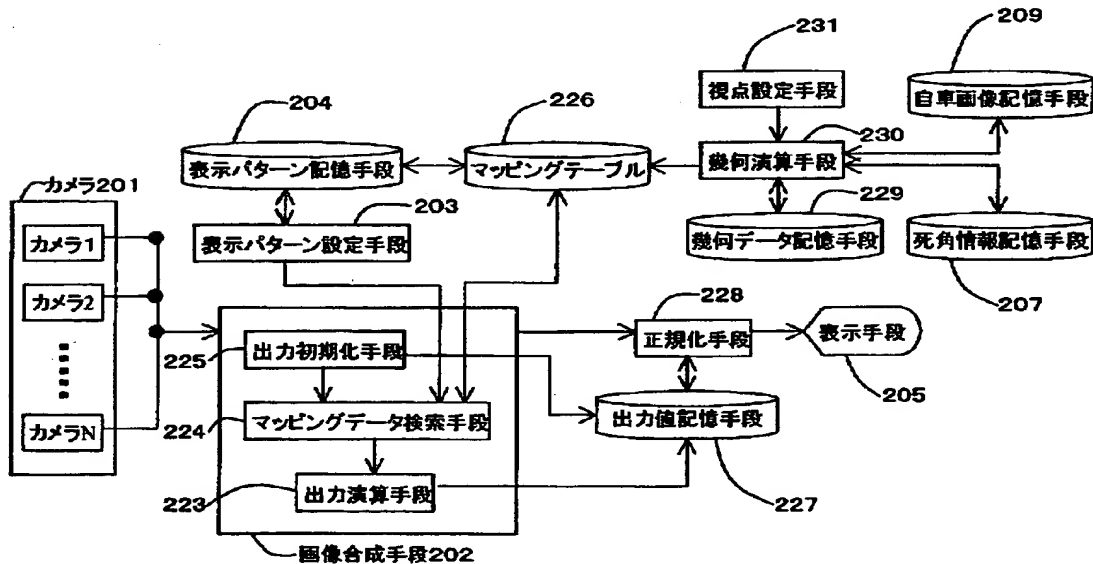
【図 3 4】



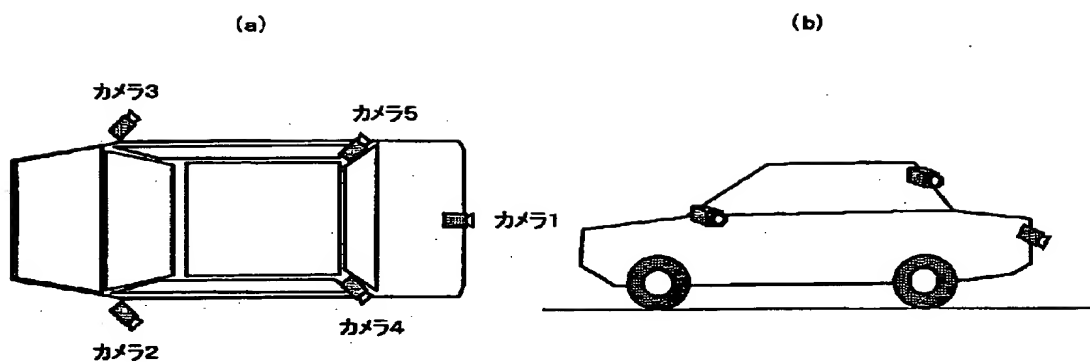
【図 3 5】



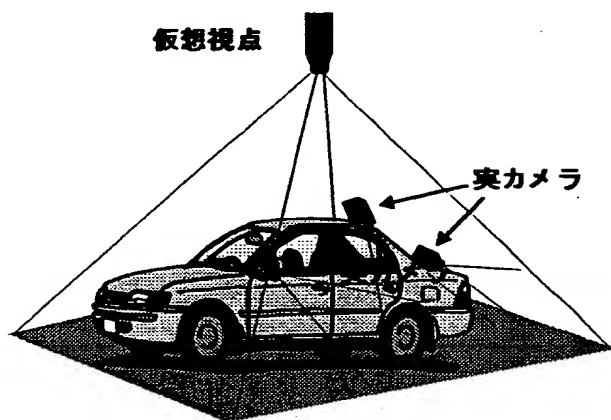
【図 3 6】



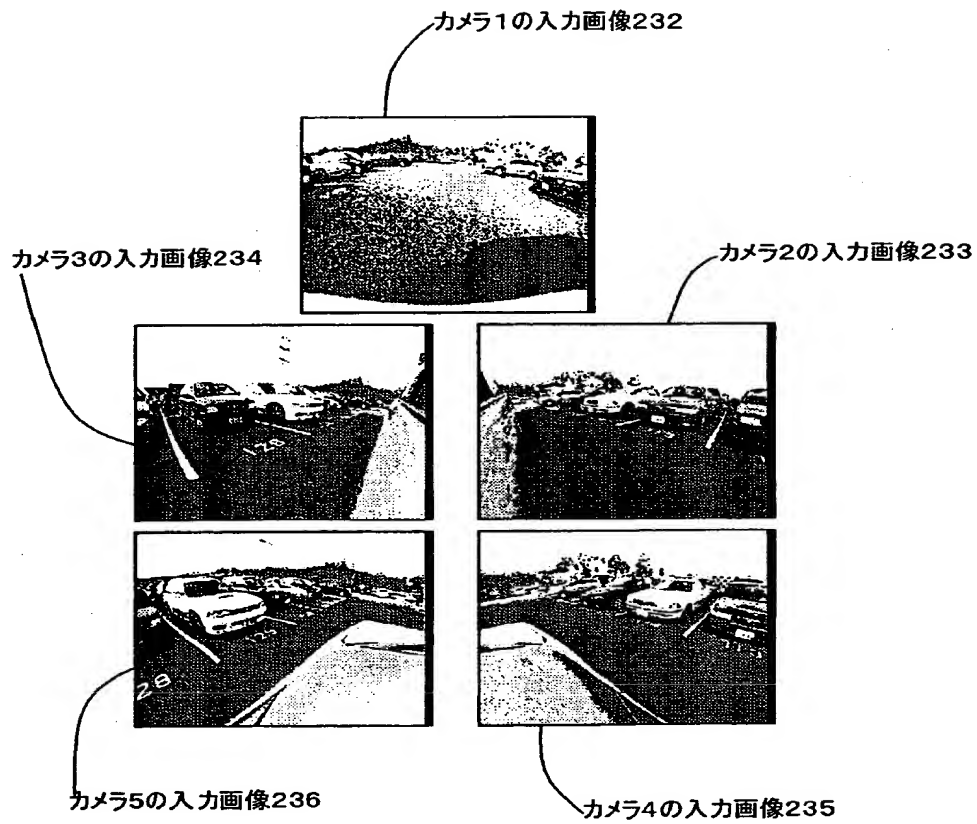
【図 37】



【図 38】

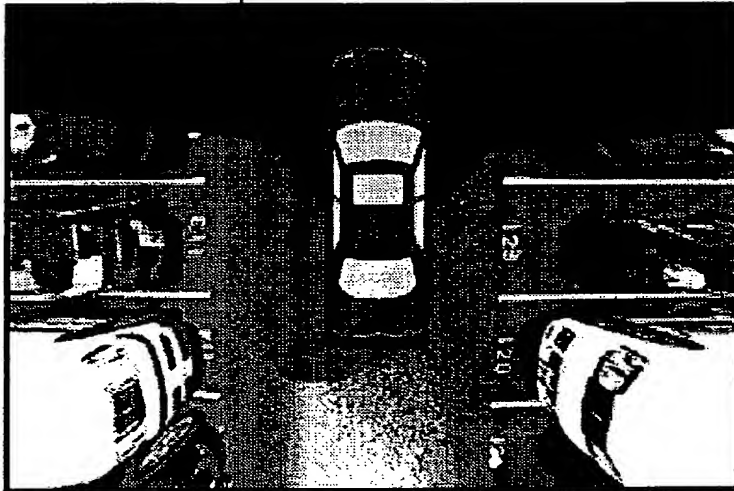


【図 3 9】

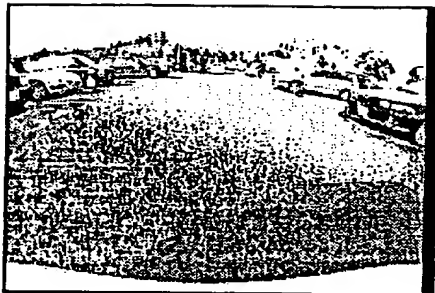


【図 40】

合成画像237



【図 4 1】



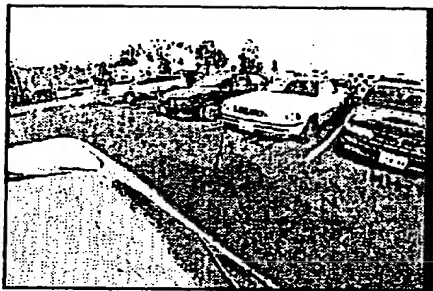
カメラ1の入力画像232



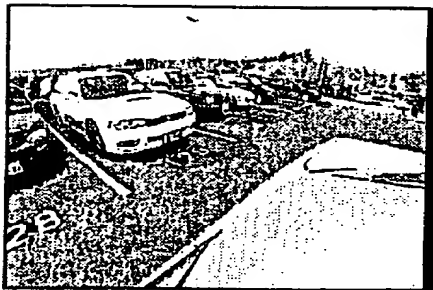
カメラ2の入力画像233



カメラ3の入力画像234



カメラ4の入力画像235

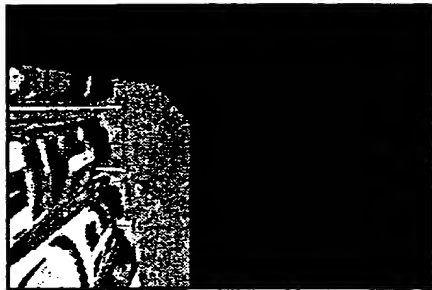


カメラ5の入力画像236

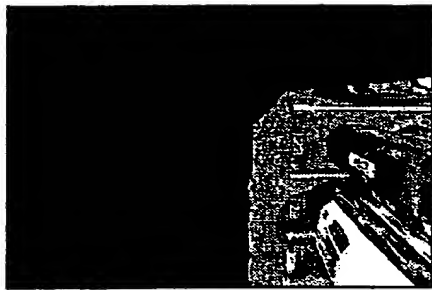
【図 4 2】



カメラ1の変換後の画像232a



カメラ2の変換後の画像233a



カメラ3の変換後の画像234a

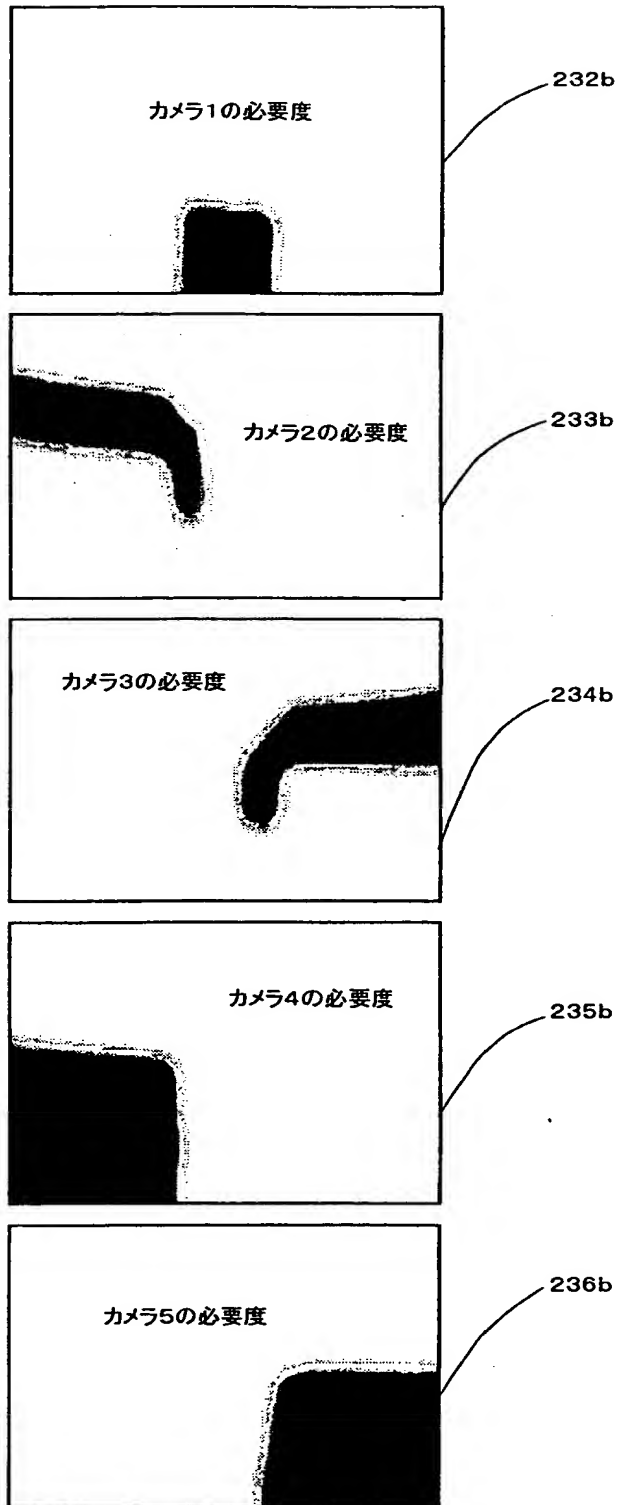


カメラ4の変換後の画像235a



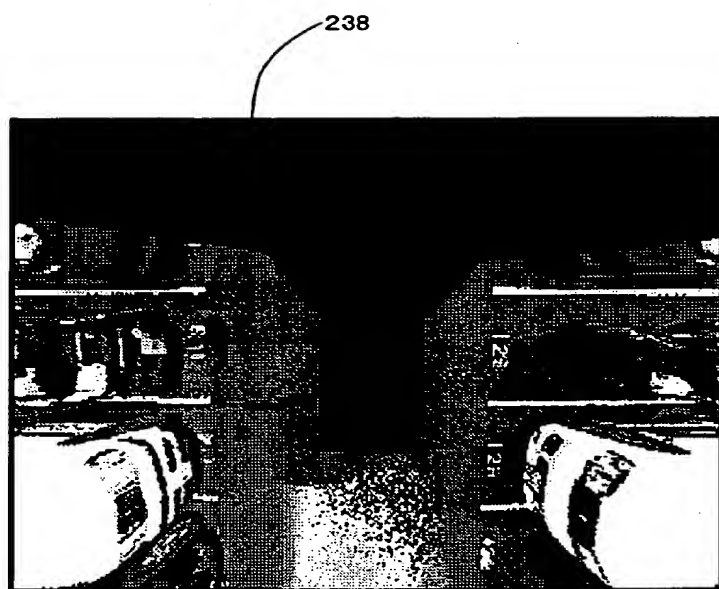
カメラ5の変換後の画像236a

【図 43】

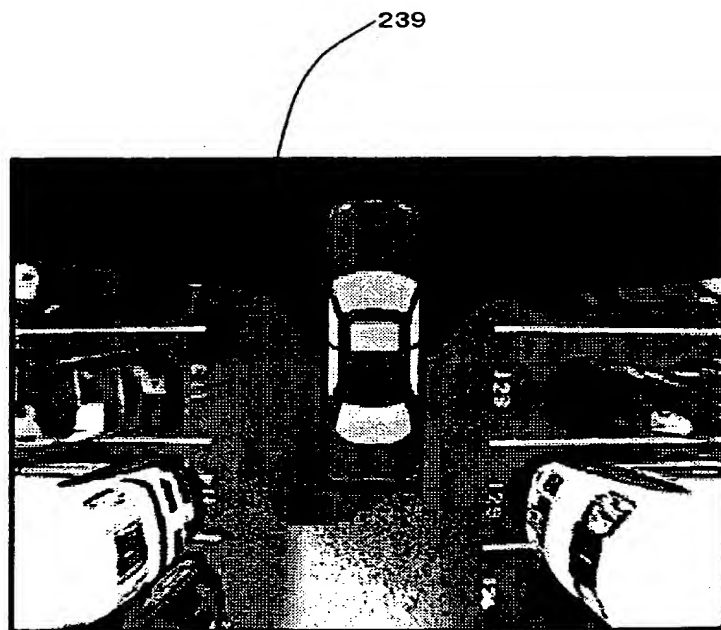




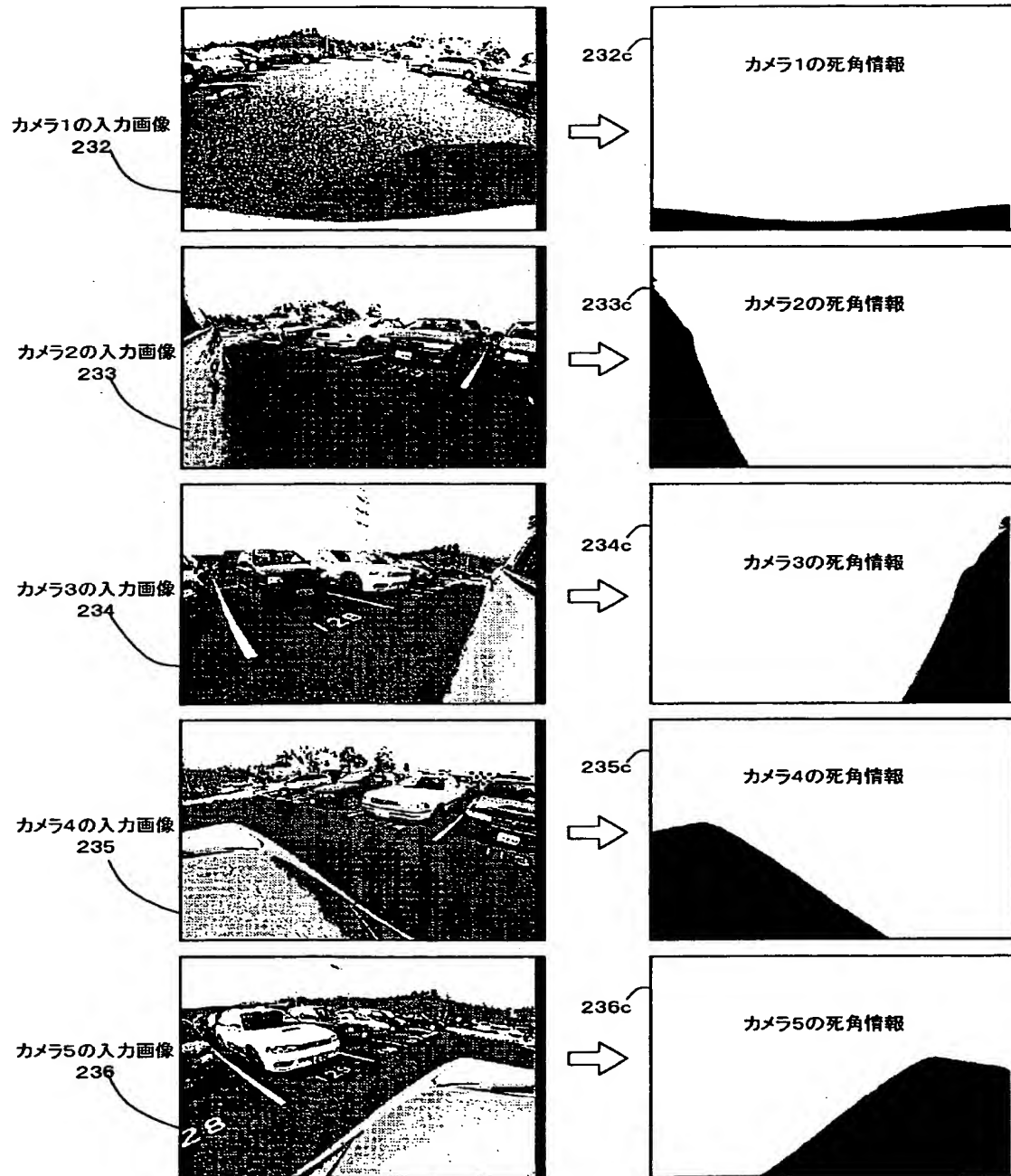
【図 4 4】



【図 45】

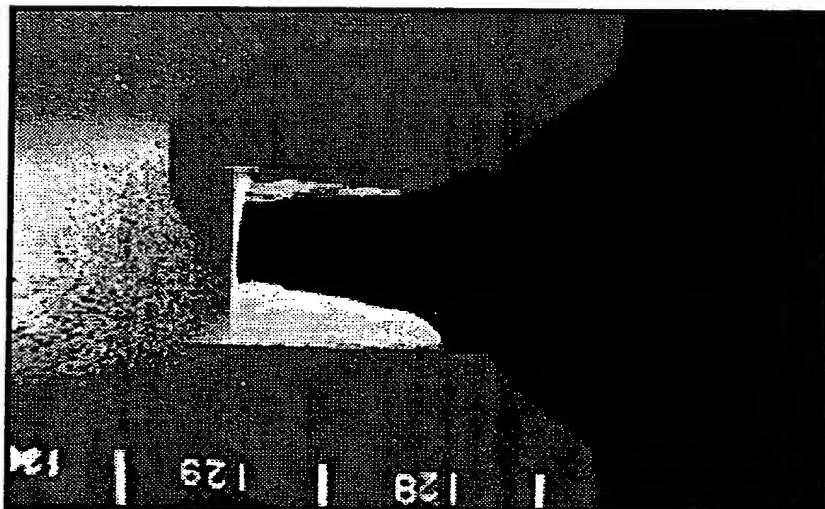


【図 4 6】

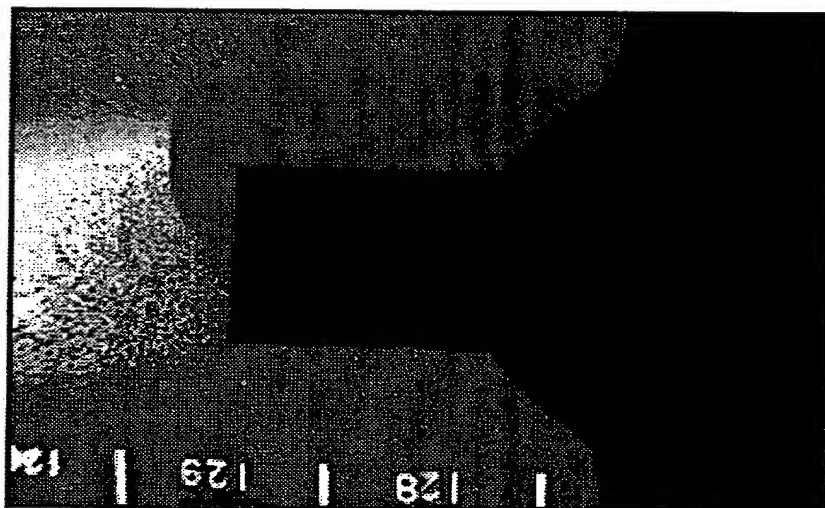


【図 4 7】

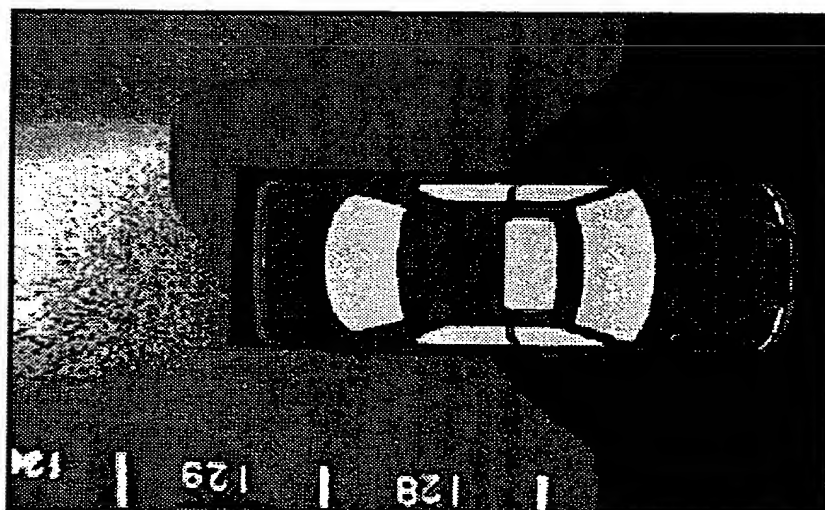
(a)



(b)

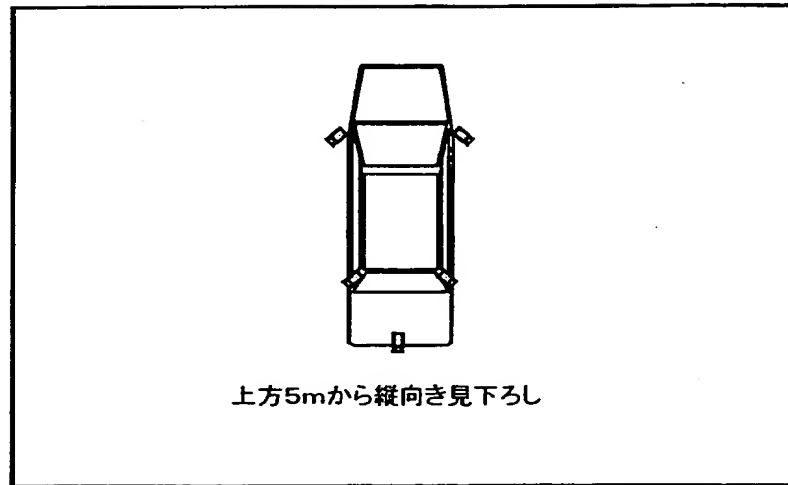


(c)

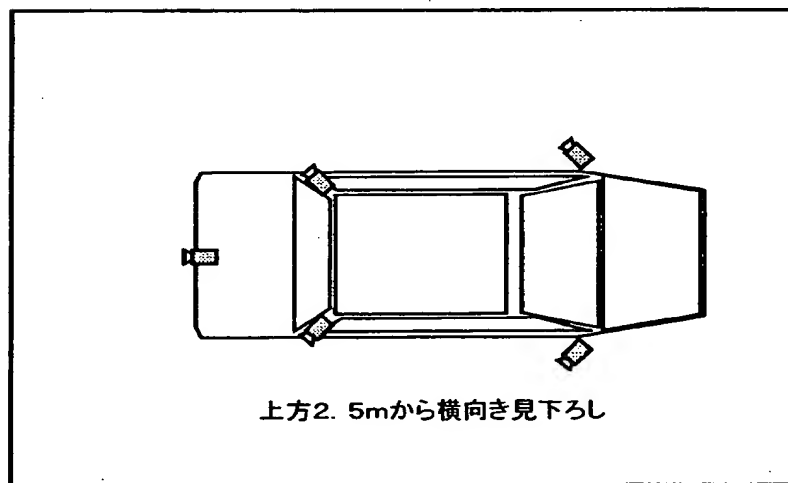


【図 48】

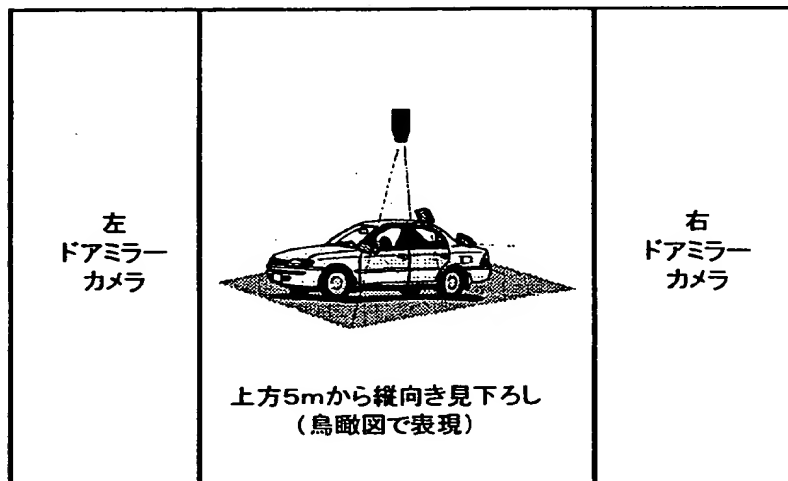
(a)



(b)

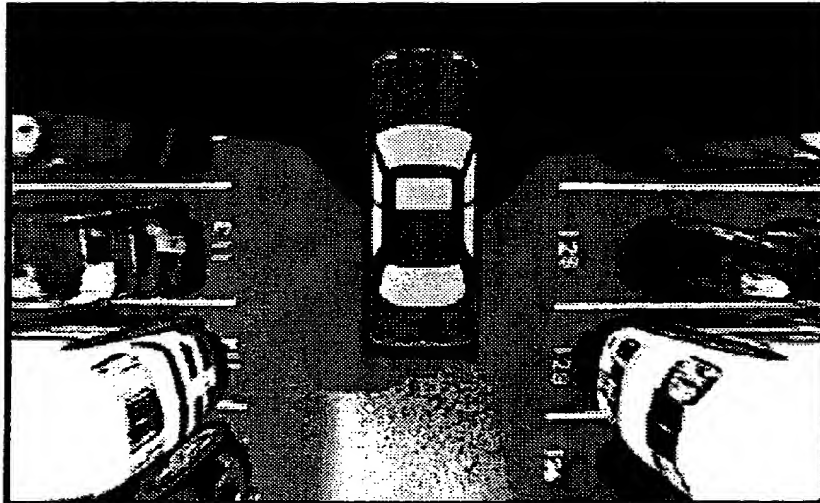


(c)

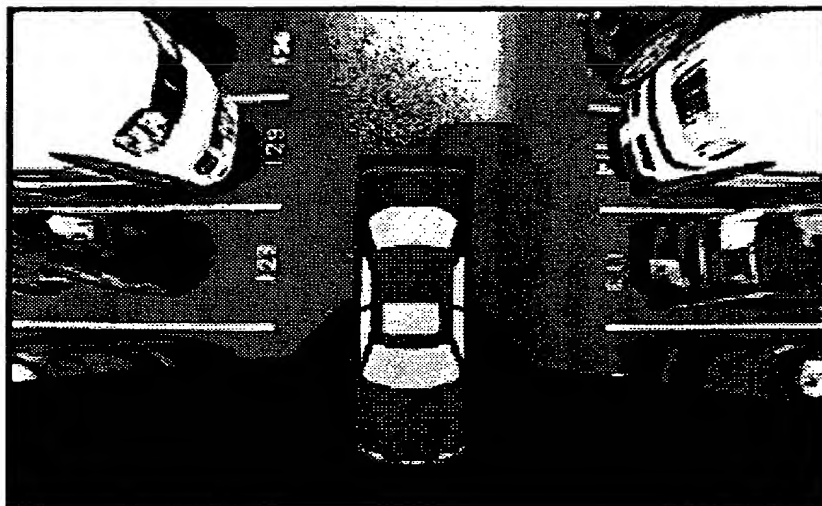


【図 49】

(a)

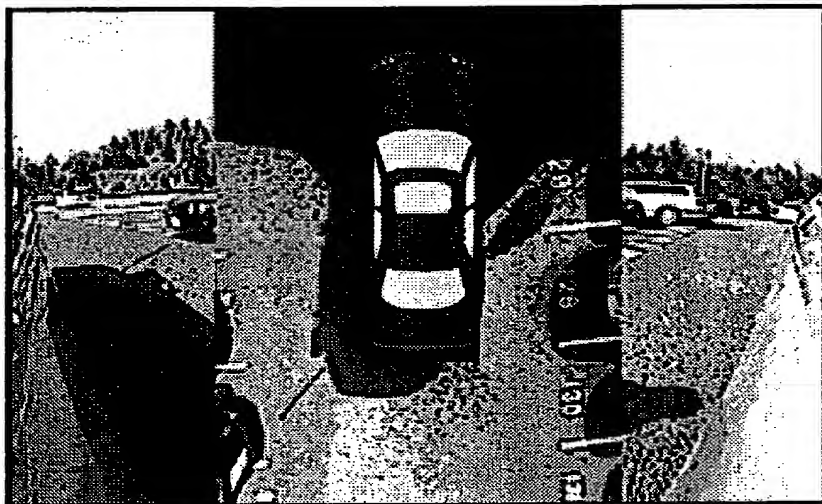


(b)

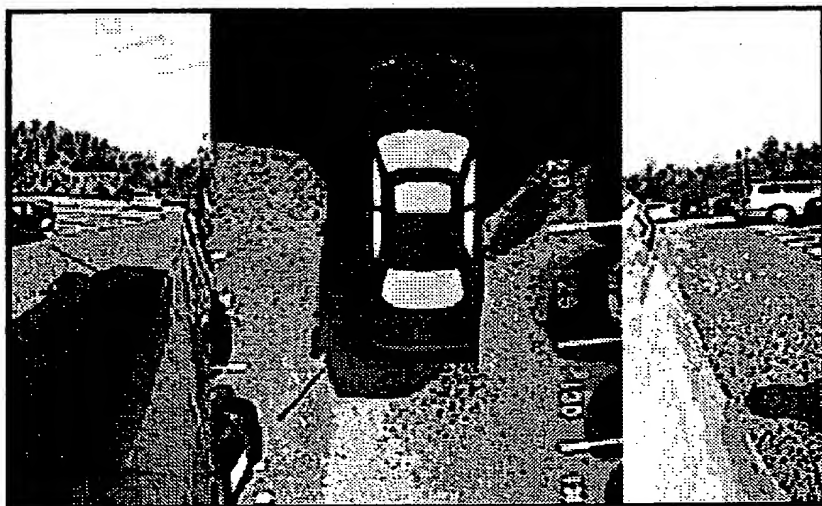


【図 50】

(a)

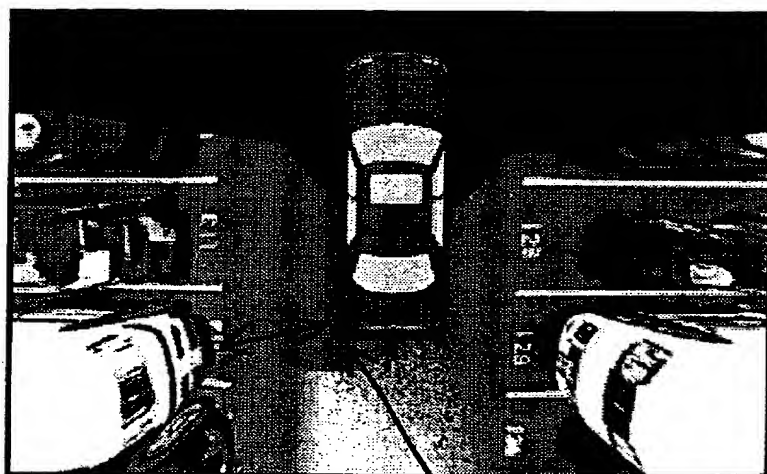


(b)



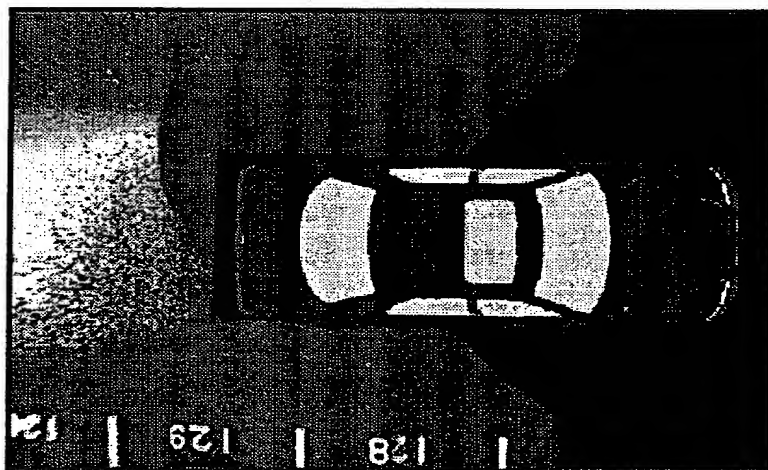
【図 5 1】

(a)



物体検出手段

(b)



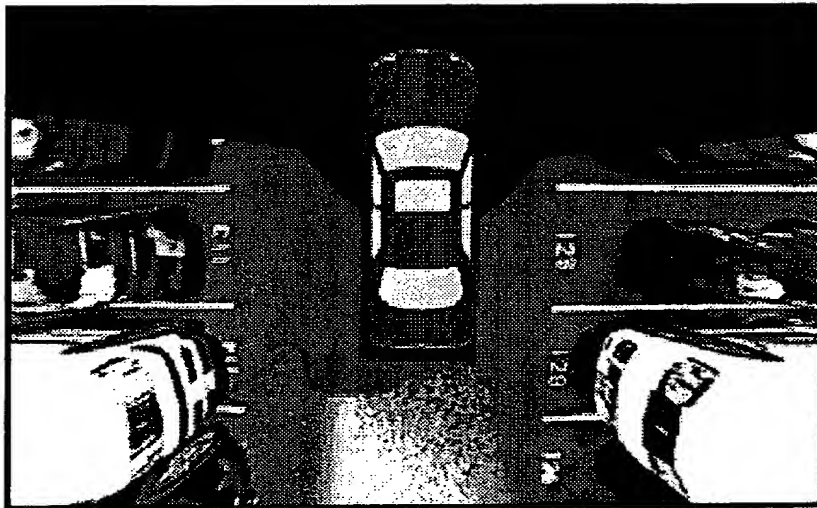


【図 5 2】

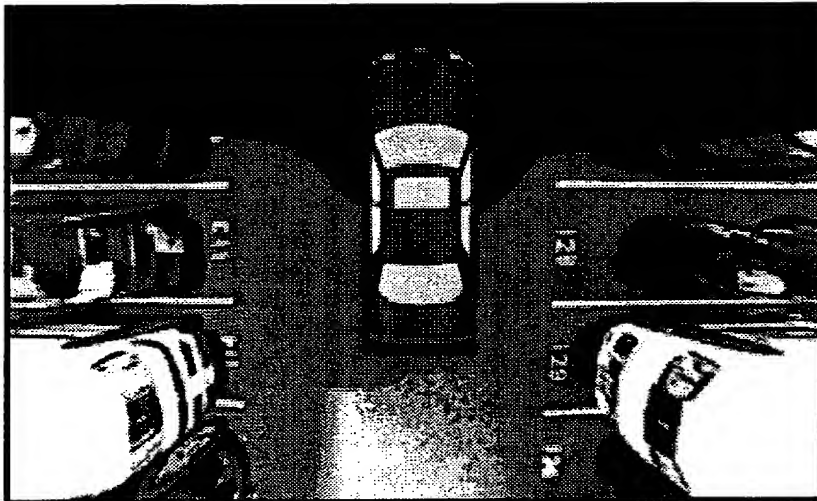
1	2	3	2	1
2	3	4	3	2
3	4	5	4	3
2	3	4	3	2
1	2	3	2	1

【図 5 3】

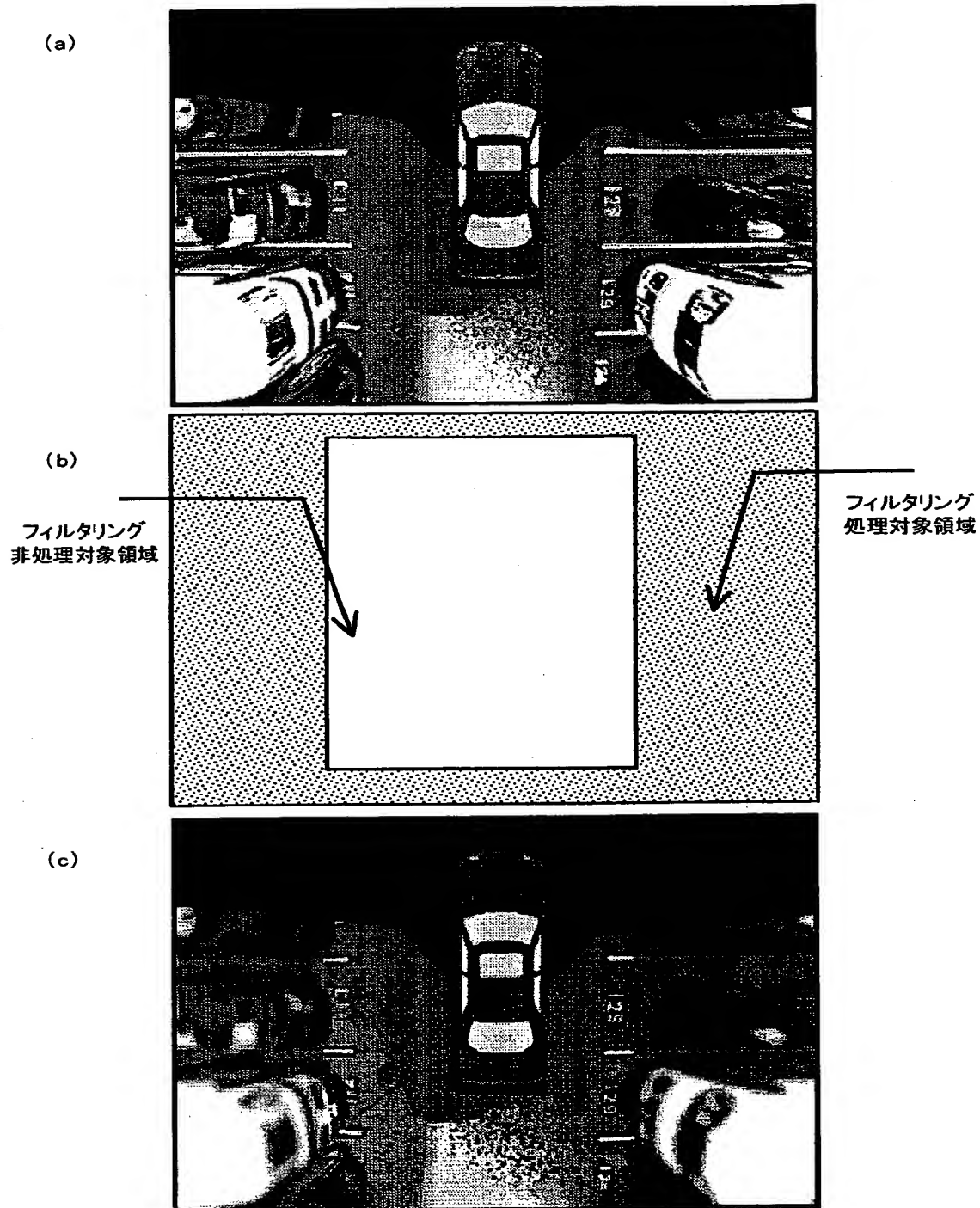
(a)



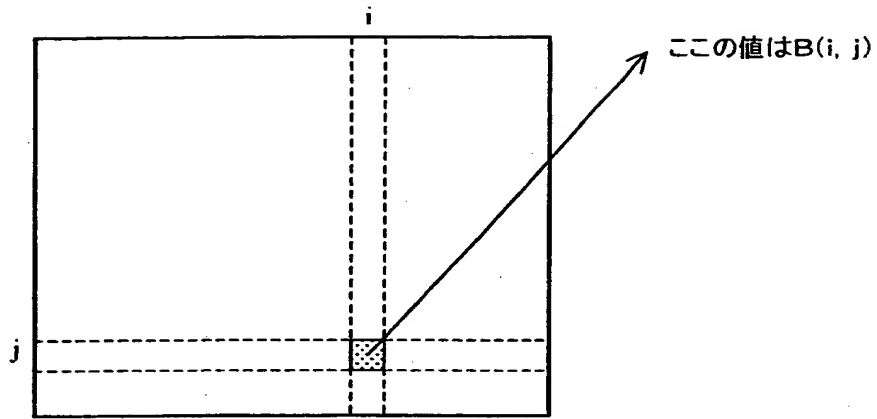
(b)



【図 54】

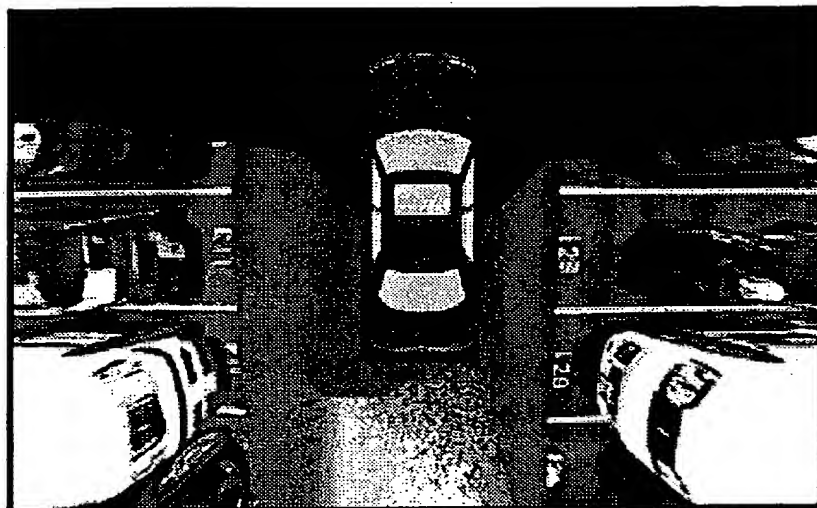


【図 55】

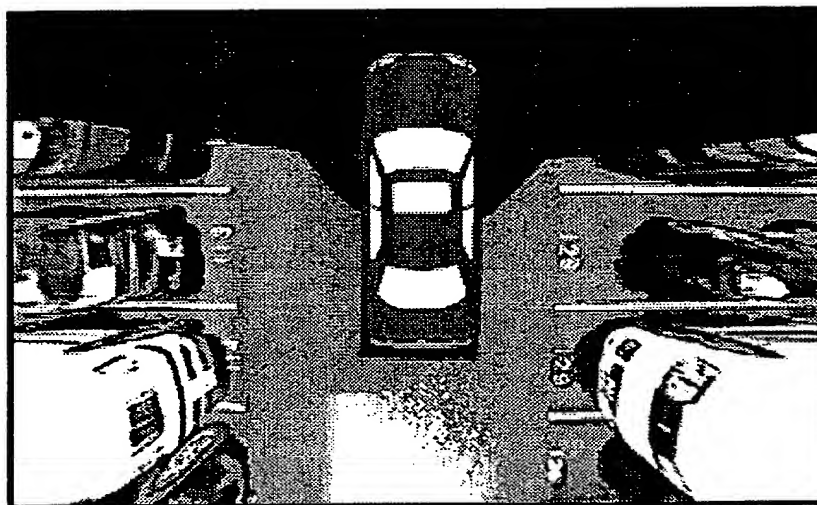


【図 56】

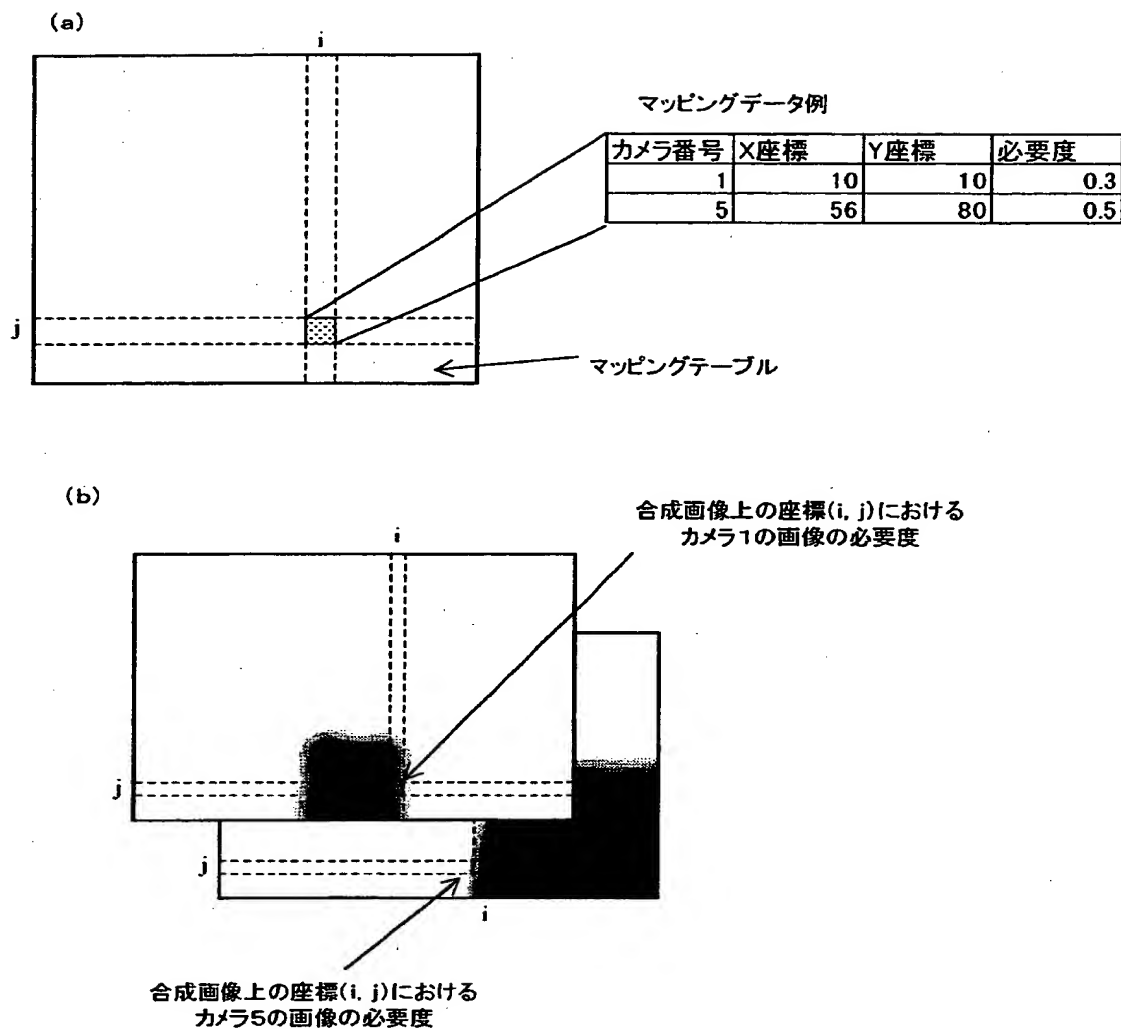
(a)



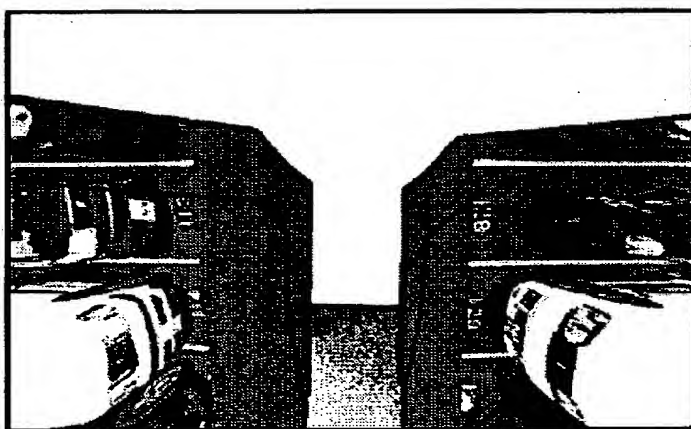
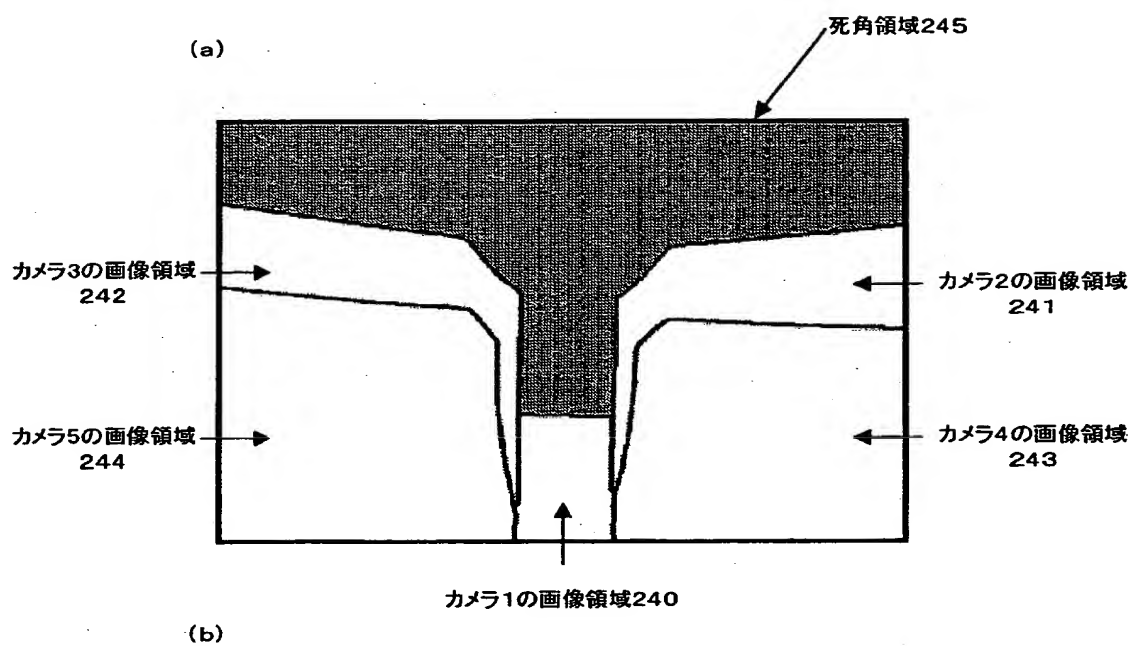
(b)



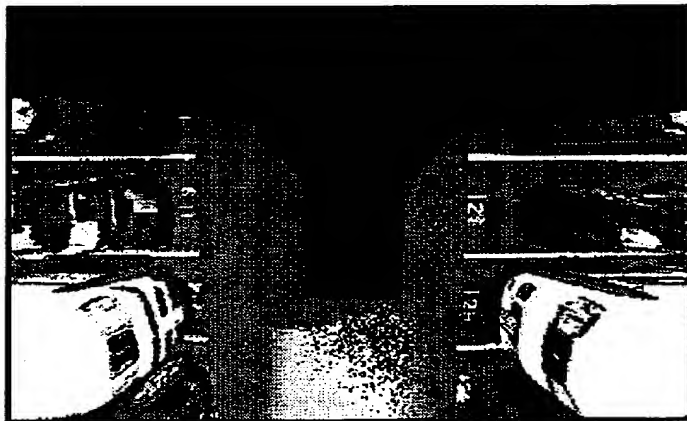
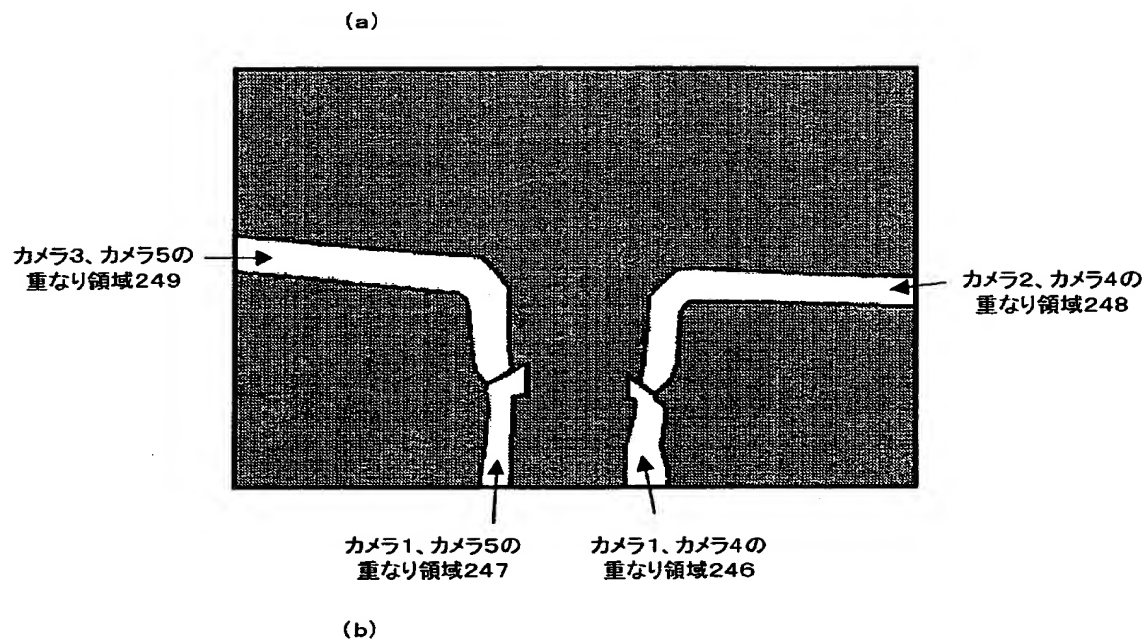
【図 5 7】



【図58】

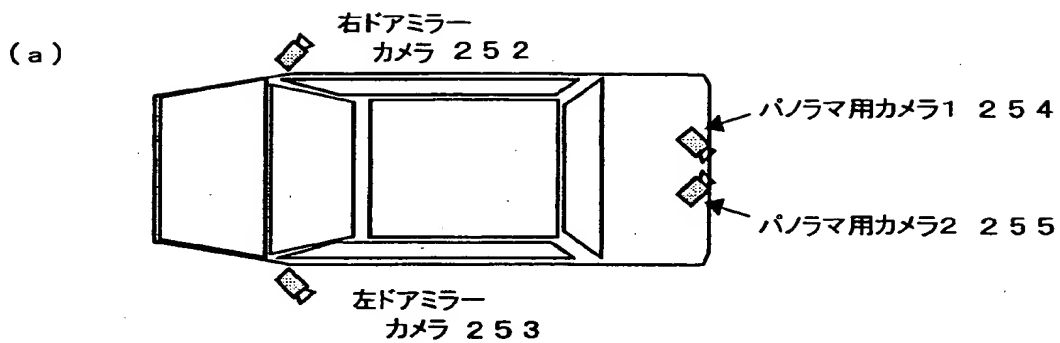


【図 5 9】





【図 61】



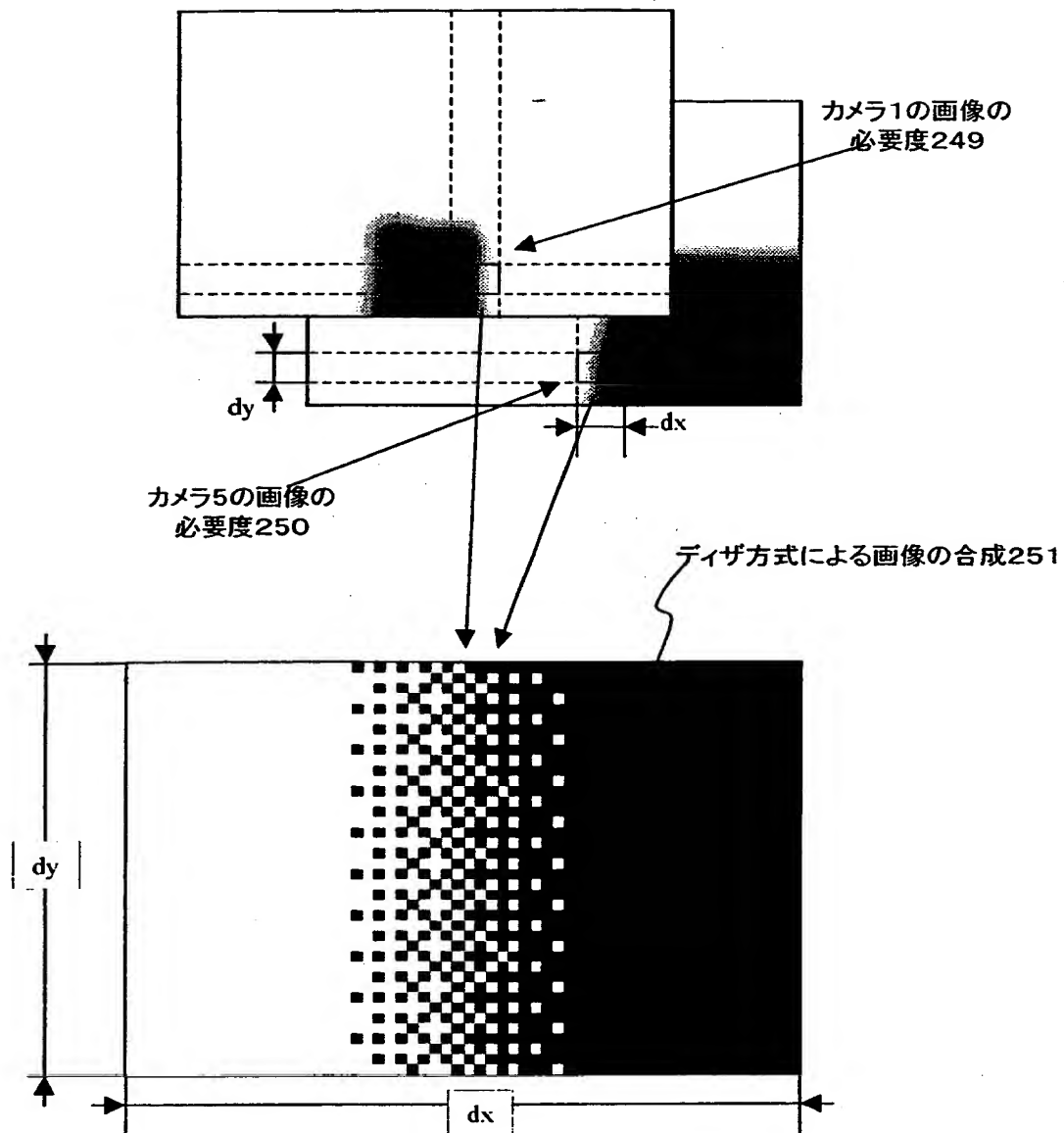
(b)



(c)

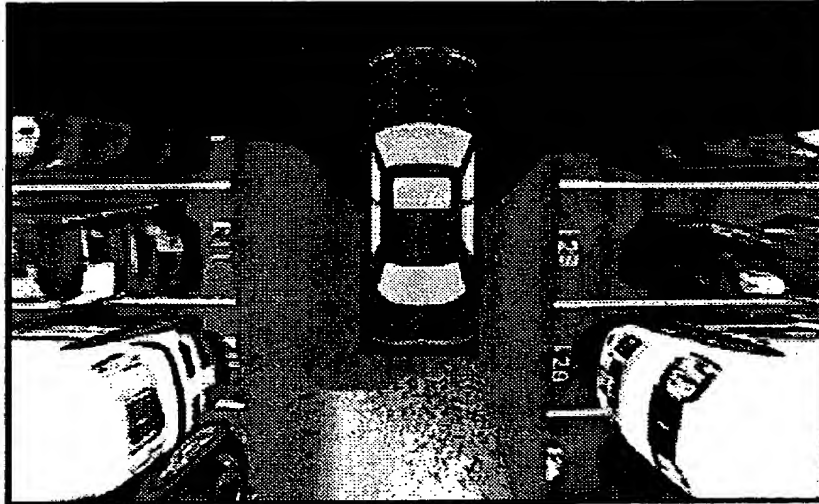


【図 60】

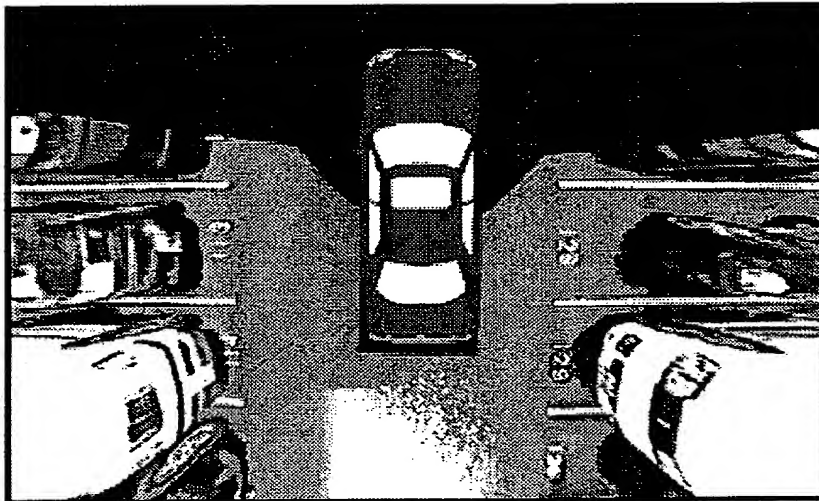


【図 56】

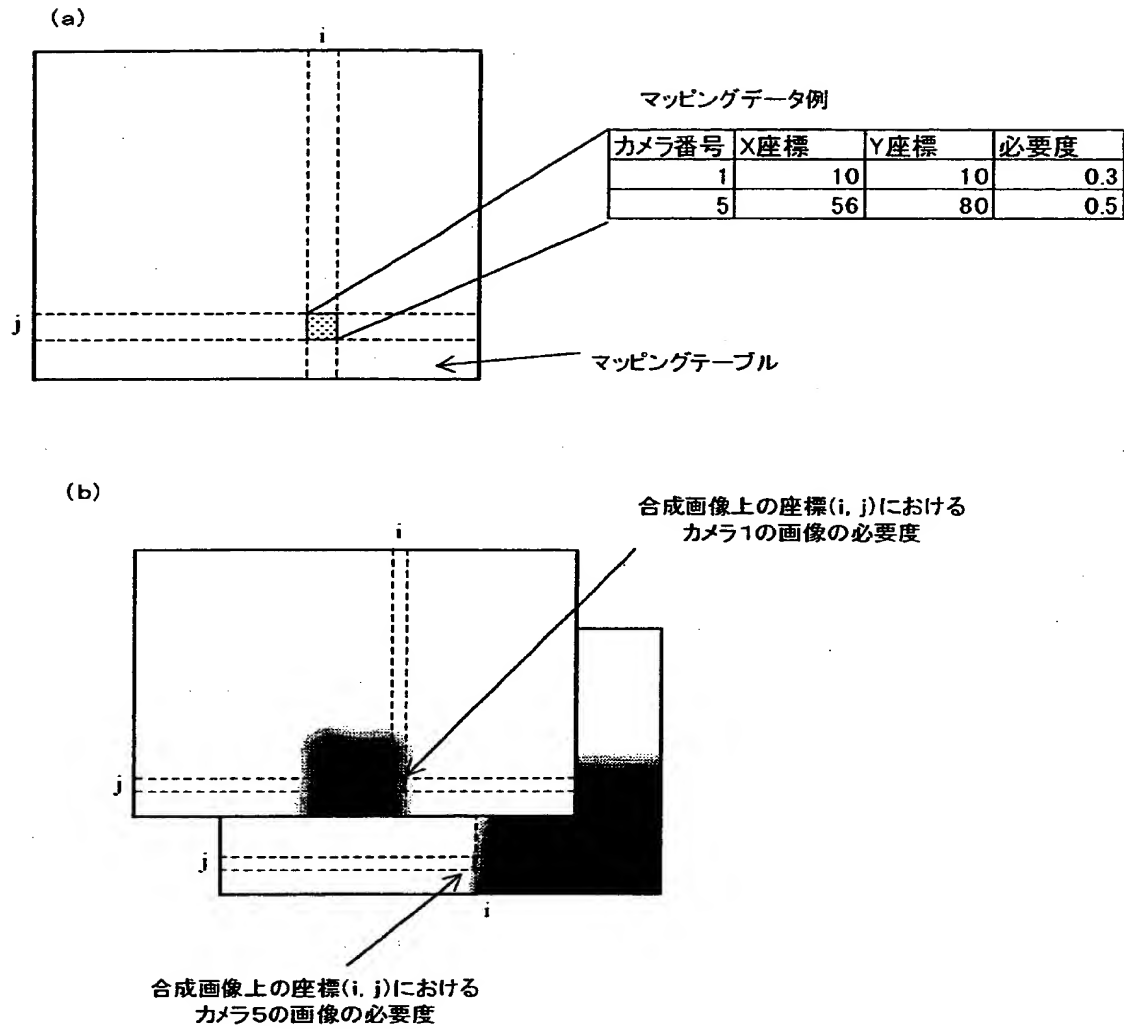
(a)



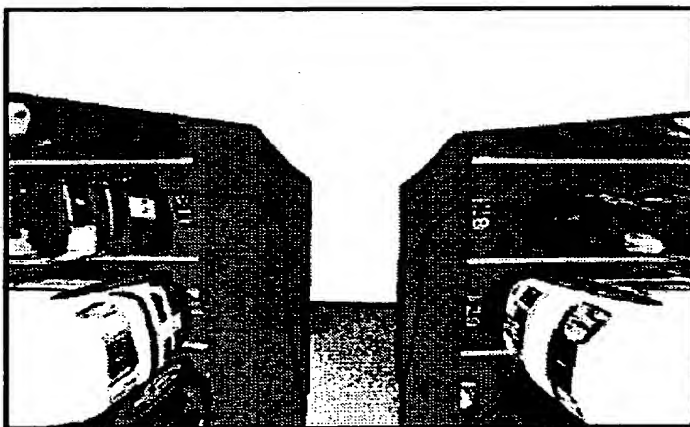
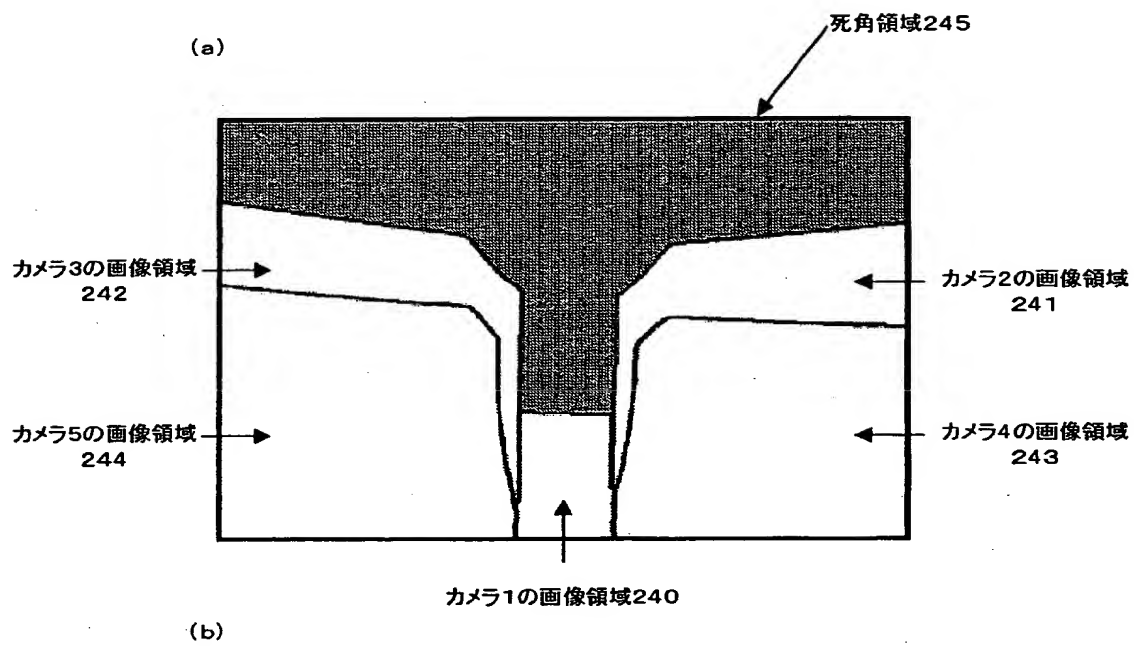
(b)



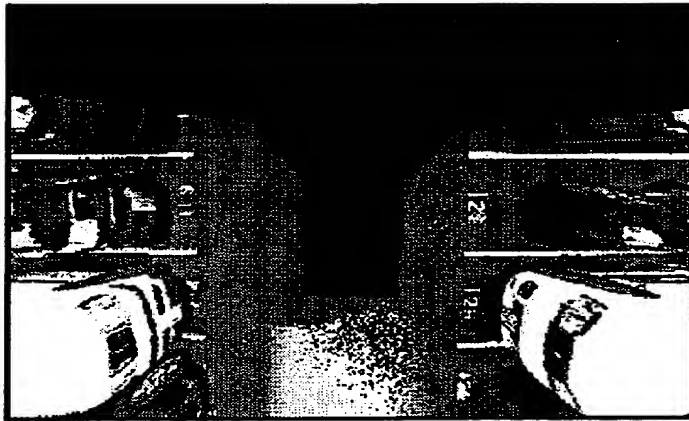
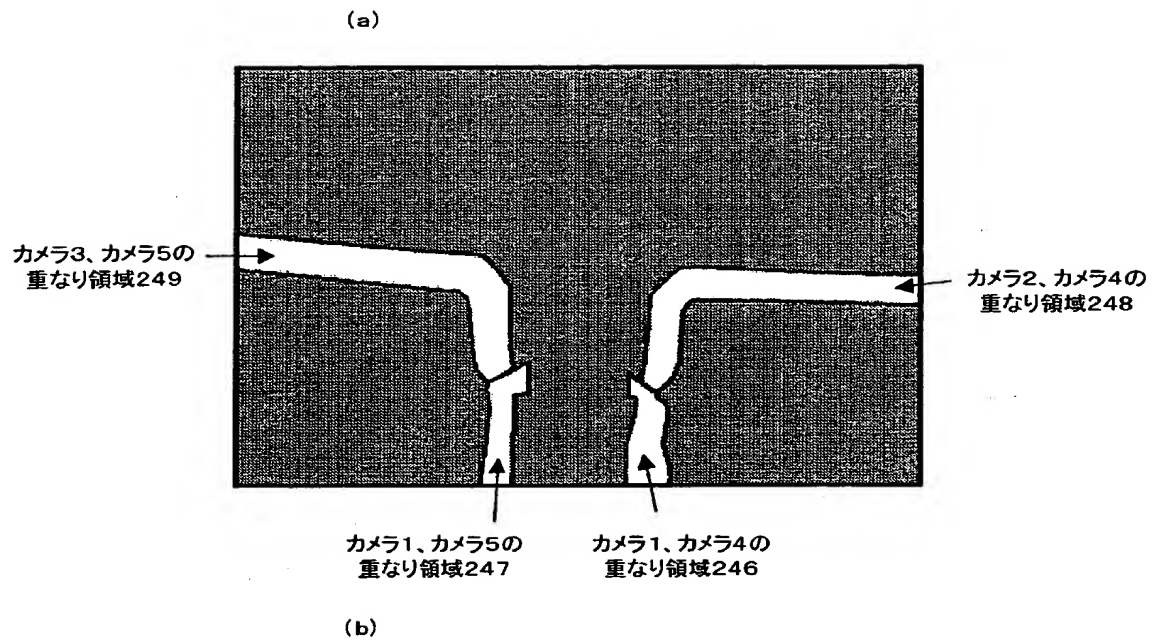
【図 57】



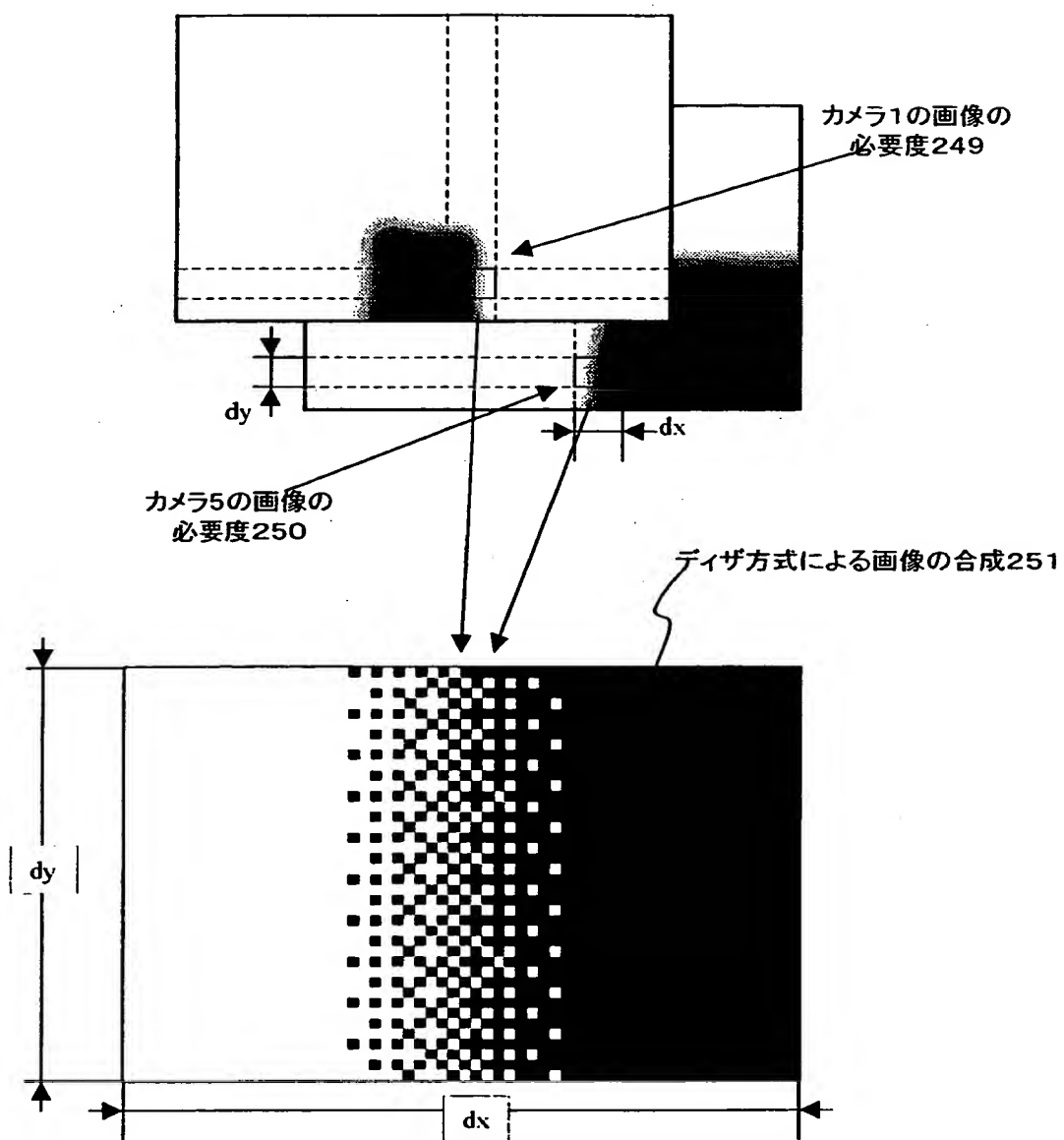
【図 58】



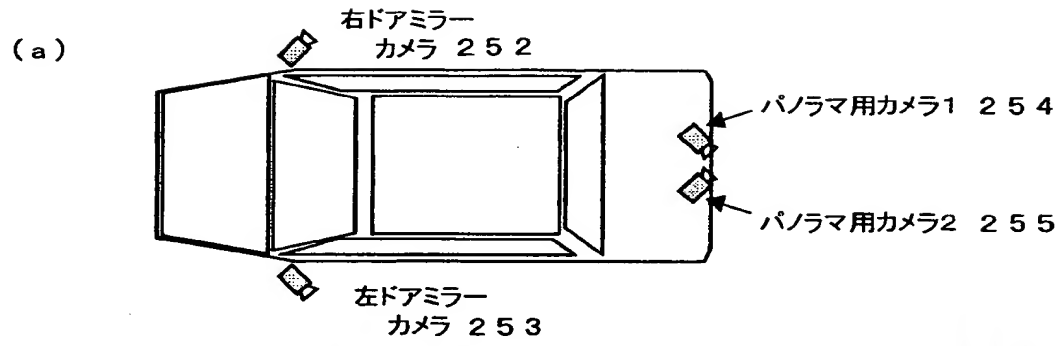
【図 59】



【図 60】



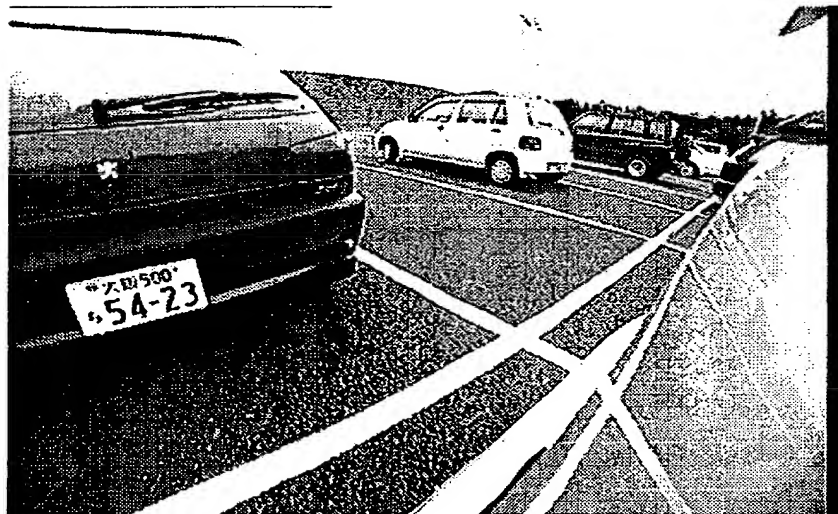
【図 61】



(b)



(c)



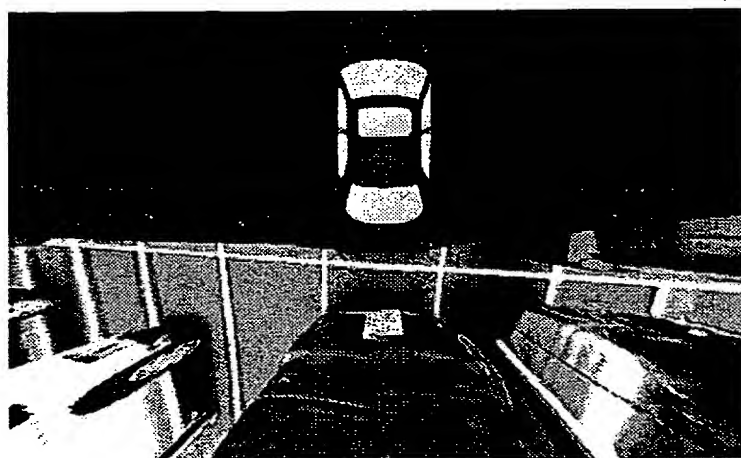


【図 6 2】

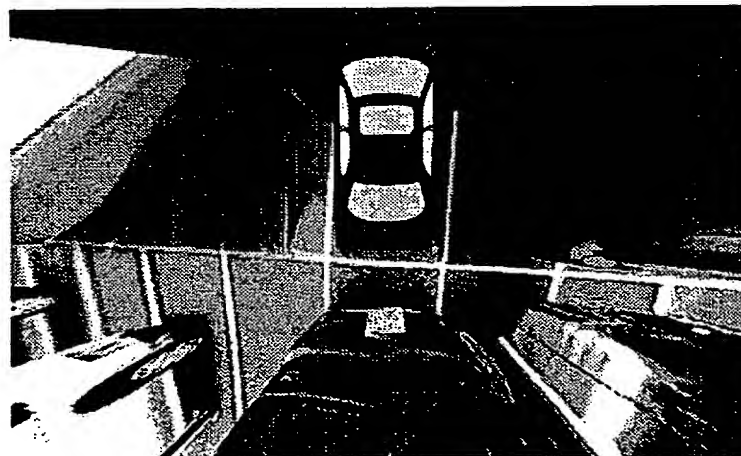
(a)



(b)

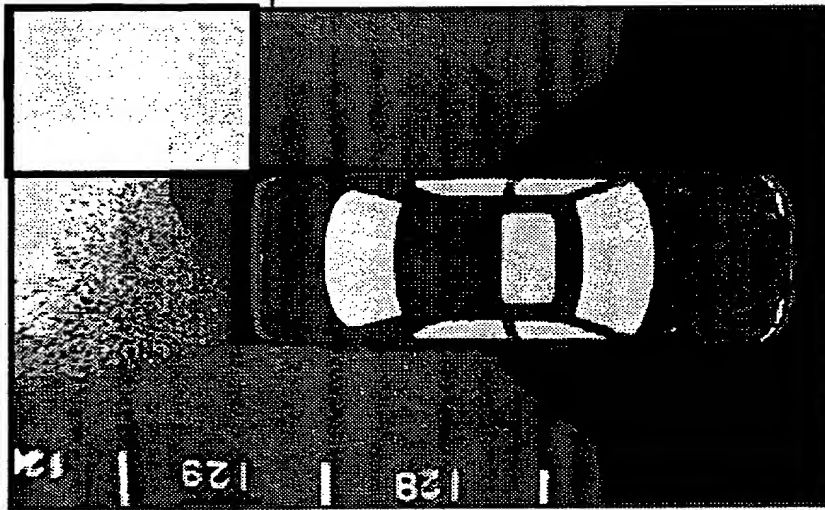


(c)



【図 6 3】

警告表示部分 256



【書類名】 要約書

【課題】

カメラで撮影した画像を仮想点からみた画像として合成表示する際に良好な画質が得られないという課題と、使用者にとって周囲の状況を容易に把握できないという課題がある。

【解決手段】

複数台のカメラで画像を撮影する撮影手段201と、撮影された画像の視点を仮想点から見た場合の画像に変換し、前記変換された画像を合成する画像合成手段202と、合成された画像を表示する画像表示手段205とを備え、画像合成手段202は、変換された画像が重なる部分については所定の重みルールに従って重ね合わせる監視装置である。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日	1990年 8月28日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府門真市大字門真1006番地
氏 名	松下電器産業株式会社